

Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Contabilidade
e Administração de Coimbra

Jeremias Amado da Conceição

Desempenho dos *Exchange-Traded Funds* domiciliados nos EUA e na Europa: uma abordagem não paramétrica

Desempenho dos *Exchange-Traded Funds* domiciliados nos EUA e na Europa: uma abordagem não paramétrica

Jeremias Amado da Conceição

ISCAC | 2020

Coimbra, junho de 2020



Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Contabilidade
e Administração de Coimbra

Jeremias Amado da Conceição

Desempenho dos *Exchange-Traded Funds* domiciliados nos EUA e na Europa: uma abordagem não paramétrica

Dissertação submetida ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de
Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em
Análise Financeira, realizada sob a orientação da Professora Doutora Maria Elisabete
Duarte Neves e da Professora Doutora Carla Margarida Saraiva de Oliveira Henriques

Coimbra, junho de 2020

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Declaro ser o autor desta dissertação, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido a outra Instituição de ensino superior para obtenção de um grau acadêmico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e que tenho consciência de que o plágio constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação da presente dissertação.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação ao meu Pai (Deus) todo poderoso que está no céu por ser ele o meu suporte em todos os tempos, aos meus familiares por tudo quanto fizeram e ainda fazem por mim e à Fundação Calouste Gulbenkian por ser quem me deu a oportunidade de ter uma educação de nível superior. Serei eternamente grato a todos.

AGRADECIMENTOS

À Doutora Maria Elisabete Duarte Neves pelo apoio dado na elaboração desta dissertação ao nível de diversos conhecimentos acerca dos ETFs e na construção da base de dados, bem como na revisão dos conteúdos deste trabalho, que foram fundamentais para a sua concretização.

À Doutora Carla Margarida Saraiva de Oliveira Henriques pela cooperação importante, principalmente pelo apoio com o modelo usado e a revisão dos textos, que foram igualmente fundamentais para a concretização da presente dissertação.

À minha namorada e meus familiares pelo apoio motivacional concedido, não obstante estarem distantes.

Aos meus amigos pelo indispensável apoio moral prestado, que foram extremamente cruciais para a concretização deste trabalho.

A todos eu agradeço do fundo do meu coração, obrigado!

RESUMO

Este estudo analisa o desempenho de *Exchange-Traded Funds* (ETFs) domiciliados nos EUA e na Europa através da abordagem *Data Envelopment Analysis* (DEA). Para este efeito, foi utilizado o modelo *Slack Based Measure* (SBM), que é um modelo não radial. Em particular, foi usada uma versão do SBM denominada *Base Point - Slack-Based Measure* (BP-SBM) que transforma dados originalmente negativos em positivos com recurso a “pontos de referência”. Os resultados evidenciaram que os fundos eficientes domiciliados nos EUA são considerados mais vezes como *benchmarks* em termos de desempenho do que os ETFs domiciliados na Europa. Contudo, foi possível aferir que os fundos ineficientes domiciliados na Europa apresentaram, de um modo geral, menor variabilidade em termos de ineficiência do que os fundos ineficientes domiciliados nos EUA. Foi constatado também que, no curto prazo, a eficiência dos fundos depende mais de fatores de risco do que de rendibilidade, isto é, à medida que o horizonte temporal contemplado na análise se vai dilatando, esta passa a depender mais de fatores de rendibilidade. Os resultados obtidos permitem corroborar ainda a vantagem da utilização da abordagem DEA, relativamente à utilização isolada das medidas de desempenho tradicionais.

Palavras-chave: ETFs, Desempenho, *Slack-Based Measure*, EUA e Europa

ABSTRACT

This study analyses the performance of USA and European domiciliated ETFs through the use of Data Envelopment analysis (DEA). In this framework the Slack-Based Measure (SBM) model which is a non-radial model has been used. Specifically, we have employed a version of the SBM model called Base Point - Slack-Based Measure (BP-SBM) which transforms negative data into positive data through the use of a “reference point”. Our findings show that USA domiciliated efficient ETFs are considered as a benchmark more often than European domiciliated efficient ETFs. Thus, it was possible to conclude that European domiciliated inefficient ETFs generally presented a smaller level of inefficiency than USA domiciliated inefficient ETFs. Besides, our results also allowed to conclude that the efficiency of ETFs in the short run depends more of risk factors than of profitability factors, i.e., as the time horizon expands the importance of profitability factors for the financial performance of ETFs increases. Finally, we were also able to ascertain that the use of the DEA approach entails an additional advantage when contrasted with the isolated use of the traditional performance measures.

Keywords: ETFs, performance, slack-based measure, The USA and Europe

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO	13
1. CONSIDERAÇÕES SOBRE ETFs.....	14
1.1 Origem e Evolução Dos ETFs.....	14
1.2 Caraterísticas dos ETFs.....	15
1.3 Desempenho dos ETFs.....	18
2. Uso de DEA na avaliação de desempenho de fundos.....	20
3. Metodologia.....	24
3.1 O modelo DEA BP-SBM.....	26
4. Dados	28
4.1 A escolha da região	32
4.2 Seleção de <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	34
5. Resultados.....	38
5.1 Resultados para a amostra completa	38
5.2 Resultados por região	59
Conclusão.....	64
Referências Bibliográficas	65
Apêndice	71
Tabela A.1- Dados resultantes da transformação de dados originalmente negativos em positivos aplicando Tone, Chang e Whu (2019).....	72
Tabela A.2- Níveis de eficiência obtidos com o Modelo DEA 1	73
Tabela A.3- Níveis de eficiência obtidos com o Modelo DEA 2	74
Tabela A.4- Níveis de eficiência obtidos com o Modelo DEA 3	76
Tabela A.5 – Níveis de eficiência obtidos com o Modelo DEA 4.....	77
Tabela A.6- Correlação da medida de eficiência com os <i>inputs</i> e <i>outputs</i> dos modelos DEA	79

Tabela A.7- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 2 (EUA)	80
Tabela A.8- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 2 (EUR)	81
Tabela A.9- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 3 (EUA)	82
Tabela A.10- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 3 (EUR)	83
Tabela A.11- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 4 (EUA)	84
Tabela A.12- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 4 (EUR)	85
Tabela A.13- Correlação da medida de eficiência com os inputs e outputs dos modelos DEA por região (EUA e EUR)	86

Índice de tabelas

Tabela 2.1- Revisão de literatura sobre DEA na avaliação de desempenho de fundos mútuos/ETFs.....	22
Tabela 4.1- Dados relativos às DMUs	29
Tabela 4.2- Modelos DEA propostos	35
Tabela 4.3- Dados relativos aos inputs. Fonte: Financial Times	36
Tabela 4.4- Dados relativos aos outputs. Fonte: Financial Times	37
Tabela 5.1- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes no modelo M1 ...	41
Tabela 5.2- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes no modelo M2 ...	46
Tabela 5.3- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes no modelo M3 ...	51
Tabela 5.4- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes no modelo M4 ...	55
Tabela 5.5- Quadro resumo das DMUs eficientes global e por região	60
Tabela 5.6- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes (EUA, M1)	61
Tabela 5.7- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes (EUR, M1)	62

Índices de figuras

Figura 1: Níveis de eficiência vs. <i>inputs</i> para os diferentes horizontes temporais e projeções do M1.....	42
Figura 2: Níveis de eficiência vs. outputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M1.....	43
Figura 3: Níveis de eficiência vs. inputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M2.....	47
Figura 4: Níveis de eficiência vs. outputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M2.....	48
Figura 5: Níveis de eficiência vs. inputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M3.....	52
Figura 6: Níveis de eficiência vs. outputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M3.....	53
Figura 7: Níveis de eficiência vs. inputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M4.....	56
Figura 8: Níveis de eficiência vs. outputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M4.....	57

Lista de abreviaturas, acrónimos e siglas

AIFs – *Alternative Investment Funds*

AMEX – *American Stock Exchange*

BP-SBM – *Base Point - Slack- Based Measure*

DEA – *Data Envelopment Analysis*

DMU – *Decision Making Units*

ETFs – *Exchange-Traded Funds*

EUA – Estados Unidos da América

EUR - Europa

M1 – Modelo DEA 1

M2 – Modelo DEA 2

M3 – Modelo DEA 3

M4 – Modelo DEA 4

RICs – *Registered Investment Company*

SBM – *Slack-Based Measure*

SEC – *Security and Exchange Commission*

SPDR – *Standard & Poor's Depositary Receipt*

TIPs – *Toronto Index Participation Units*

UCITS – *Undertaking for Collective Investment in Transferable Securities*

UE – União Europeia

VRS – *Variable Return to Scale*

INTRODUÇÃO

A origem e o mecanismo de funcionamento dos *Exchange-Traded Funds* (ETFs), bem como o seu desempenho têm sido alvo de estudo numa panóplia de artigos científicos ao longo do tempo (Deville, 2008; Hill, Nadig, & Hougan, 2015; Kostovetsky, 2003; Lin & Chou, 2006; Poterba & Shoven, 2002). Os ETFs são fundos de investimentos abertos, que têm como objetivo replicar o retorno e o risco do índice referência que seguem (Gallagher & Segara, 2006). Estes são veículos de investimento que combinam a flexibilidade das ações com a diversificação conferida pelos fundos mútuos. Desde o seu surgimento que os ETFs têm sido cada vez mais bem sucedidos, pelo facto de oferecerem aos investidores o benefício da diversificação através de um único produto de investimento, maior eficiência tributária e menores despesas (Gallagher & Segara, 2006). Grande parte destes benefícios conferidos por ETFs deve-se ao seu mecanismo de criação e resgate em “espécie”. Quanto ao seu desempenho, na literatura sobre os ETFs, os investigadores tradicionalmente determinam o *tracking error*¹ (Blitz et al., 2012; Gallagher & Segara, 2006; Osterhoff & Kaserer, 2016), os seus determinantes e a sua persistência ao longo do tempo. Também é comum o recurso às medidas de desempenho ajustadas ao risco para comparar ETFs com fundos mútuos.

Neste estudo será analisado o desempenho de ETFs domiciliados nos EUA e na Europa que seguem o mesmo índice, com a diferença de que recorrer-se-á a uma abordagem designada por *Data Envelopment Analysis* (DEA). Originalmente proposta por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), esta é uma metodologia de programação matemática para avaliar a eficiência de um conjunto de unidades denominadas por *Decision-Making Units* (DMUs), cujo desempenho é caracterizado por múltiplos atributos (*inputs* e *outputs*) (Chu, Chen e Leung, 2010). A escolha desta ferramenta para medir o desempenho dos ETFs foi considerada porque esta permite superar as limitações apresentadas por medidas de desempenho tradicionais (e.g. Índice de Sharpe, Alfa de

¹ *Tracking error* é uma medida que representa a diferença de retorno entre o ETF e o índice que segue, muitas vezes também dada como o desvio padrão da diferença de retorno verificada entre o fundo e o seu índice subjacente.

Jensen entre outras) como afirmam Murthi, Choi e Desai (1997) e Choe e Min (2017). Pretende-se com este trabalho contribuir para a literatura existente sobre o uso de DEA na avaliação de fundos, avaliando a eficiência de pares de ETFs que seguem o mesmo índice de referência, com um elemento do par domiciliado nos EUA e outro na Europa.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: no próximo Capítulo, serão feitas algumas considerações sobre os ETFs, nomeadamente sobre a sua origem e evolução, as suas características operacionais, apresentando uma revisão de literatura sobre o seu desempenho; no segundo Capítulo, será apresentada uma revisão de literatura sobre uso da metodologia DEA na avaliação de desempenho de fundos; no terceiro Capítulo, expõe-se a metodologia DEA a ser utilizada para avaliar o desempenho dos ETFs; no quarto Capítulo, exibem-se os dados dos fundos em estudo, a justificação das regiões escolhidas (EUA e Europa), bem como os *inputs* e *outputs* a serem considerados e os modelos obtidos a partir destes; no Capítulo quinto, serão apresentados os resultados e a respetiva análise e discussão, tanto para a amostra total como para a amostra por regiões; por último, são evidenciadas as principais conclusões deste trabalho, as suas limitações e perspectivas de investigação futura.

1. CONSIDERAÇÕES SOBRE ETFs

Nesta secção são revistas a origem, evolução, característica operacionais e medidas de desempenho dos ETFs.

1.1 Origem e Evolução Dos ETFs

Os ETFs foram introduzidos no início dos anos 90, no Canada e, três anos mais tarde, nos EUA com o *Standard & Poor's Depositary Receipt* (SPDR) (Deville, 2008). O primeiro índice associado a fundos de ações, o *Toronto Index Participation units* (TIPs), foi introduzido na bolsa de valores de Toronto em 9 de março de 1990. Segundo Deville (2008), este tipo de fundos era negociado na bolsa e era caracterizado por comissões de gestão baixas, dado que o administrador do fundo era autorizado a emprestar as ações mantidas neste, cuja procura era geralmente elevada. Em 1993, depois de três anos de

disputa com a *Securities and Exchange Commission* (SEC), o *American Stock Exchange* (AMEX) começou a negociar o SPDR, popularmente conhecido como “Spider”, que é frequentemente referido como o primeiro ETF do mundo. Os ETFs tiveram o seu crescimento efetivo a partir de março de 1999 com o lançamento do *Nasdaq-100 Index Tracking Stock*, popularmente conhecido como *Cubes* ou *Qubes* em referência ao seu código inicial QQQ, recentemente alterado para QQQQ. Deville (2008) refere ainda que no final de 2002 existiam 113 ETFs nos EUA. Esta inovação financeira tem conquistado a atenção de um grande número de investidores em todo mundo. Em 2017, a base de dados da *Economática* contava com cerca de 2446 ETFs negociados no mercado norte americano, sendo que oito deles estavam entre os 21 ativos mais líquidos do mercado americano.

No espaço europeu, os primeiros ETFs foram cotados em bolsa em 2000. As primeiras bolsas a cotar este tipo de fundos na Europa foram a *Deutsche Börse* e a *London Stock Exchange*, em abril de 2000 (Deville, 2008). À semelhança dos EUA, o número de ETFs na Europa tem vindo a crescer exponencialmente.

1.2 Caraterísticas dos ETFs

Os ETFs são fundos de investimento abertos, admitidos a negociação em bolsa, que visam obter um desempenho dependente do comportamento de um índice de referência, o *benchmark* (Neves, Fernandes & Martins, 2019). Portanto, os ETFs oferecem uma exposição passiva² ao *benchmark* através de um único título negociável (Buetow & Henderson, 2012)

Os ETFs podem assumir três tipos diferentes de funcionamento (Milonas & Rompotis, 2006). No primeiro caso, são fundos de investimento que não admitem o

² Os ETFs são produtos objetos da gestão passiva, daí a razão de oferecer uma exposição passiva ao índice de referência subjacente. Ou seja, o seu objetivo é replicar o comportamento do seu índice de referência, ao contrário do que acontece na gestão ativa onde o gestor do fundo procura superar o seu índice de referência.

reinvestimento de dividendos acumulados nem o empréstimo dos respectivos ativos. No segundo caso, são fundos mútuos tradicionais, que permitem o reinvestimento dos dividendos acumulados e o empréstimo dos ativos subjacentes. Na terceira situação, estes assemelham-se à estrutura de um *Grantor trust*³ (ver Hill *et al.*, 2015, p. 38), que contém uma carteira de ativos associado a um setor específico que pode ser liquidado de acordo com as preferências do investidor.

Os ETFs seguem um mecanismo de criação e resgate “em espécie” único (Milonas & Rompotis, 2006). Um ETF é criado quando uma instituição financeira autorizada (Participante autorizado - PA) deposita uma carteira de ativos junto a um administrador/patrocinador e recebe em troca cotas de ETF (Poterba & Shoven, 2002; Milonas & Rompotis, 2006; Hill *et al.*, 2015). Neste contexto, são também depositados os dividendos acumulados. As cotas são posteriormente negociadas no mercado secundário. Em oposição, quando se registra o resgate de um ETF, o PA troca as suas cotas por uma carteira de ações juntamente com o montante de dividendos associados à carteira detida pelo fundo. Cada ETF é um fundo que detém um conjunto específico de ativos.

O processo de criação e resgate de ETFs “em espécie” distingue duas categorias de investidores. A primeira refere-se aos grandes investidores institucionais que lidam diretamente com o fundo (mercado primário). A segunda relaciona-se com os pequenos investidores que podem adquirir e vender cotas de ETFs apenas em bolsa (mercado secundário).

O preço de mercado dos ETFs (valor das cotas) pode divergir do *net asset value* (NAV)⁴ das ações subjacentes detidas no fundo, embora tal divergência seja restrita pela capacidade do PA para criar e resgatar cotas de ETFs. Se o NAV das ações subjacentes for maior que o preço de mercado dos ETFs, o PA resgatará as cotas do ETF e receberá em troca as ações subjacentes. Ao contrário, se o NAV das ações subjacentes for menor

³ *Grantor trust* é uma estrutura alternativa dos ETFs registada sob a Lei de 1933 (*Securitie Act*). Detém normalmente carteiras de ativos não geridos que não podem ser alterados. Grantor trusts são bastante comum nos ETFs de commodities (ouro) e, particularmente, naqueles que detêm barras físicas.

⁴ *Net Asset Value (NAV)* corresponde ao valor das ações que constituem o fundo menos as suas dívidas, dividido pelo número destas ações em circulação detidas pelo fundo.

que o preço de mercado das cotas do ETF, o PA vai comprar as ações subjacentes, depositá-las no fundo e criar cotas de ETF. Este mecanismo de arbitragem permite eliminar grandes desvios, de longa duração, entre o preço de mercado dos ETFs e o seu NAV.

Devido ao seu mecanismo de criação e resgate “em espécie”, os ETFs são considerados eficientes em termos fiscais (Hill *et al.*, 2015). Esta vantagem permite restringir a realização de ganhos de capital tributáveis. O PA quando resgata o fundo, é pago “em espécie” ao receber valores mobiliários em vez de dinheiro, pelo que os restantes investidores estão protegidos de um efeito tributável.

As cotas de ETFs podem ser compradas à margem ou vendidas a descoberto (Rompotis, 2008). Estas características, bem como a oportunidade de serem negociadas em bolsa ao longo do dia, distinguem os ETFs dos fundos mútuos tradicionais. Tais diferenças sugerem que os ETFs e os fundos mútuos podem ser apropriados para diferentes tipos de investidores: ETFs para investidores que procuram liquidez de curto prazo e que comprem muitos lotes (os ETFs normalmente são negociados em lotes de cotas); e fundos mútuos para investidores que dão menos valor à liquidez (Poterba & Shoven, 2002).

Quanto à estratégia de investimento, os ETFs são adequados para investir nos índices dos principais mercados de capitais ou nos índices internacionais (Hill *et al.*, 2015). Como os ETFs geralmente investem em índices amplos, setoriais ou internacionais, oferecem ao investidor um considerável nível de diversificação de risco. Além disso, os ETFs são instrumentos de investimento menos onerosos e com menor *expense ratio*⁵ do que os fundos tradicionais. Os ETFs que seguem os índices amplamente diversificados geralmente apresentam menor *expense ratio*, enquanto os que seguem índices internacionais geralmente revelam maior *expense ratio* (Hill *et al.*, 2015).

Em suma, os ETFs podem ser considerados como protótipo da evolução de

⁵ *Expense ratio* mede a percentagem dos ativos do fundo total que são usados para cobrir as despesas administrativas e outras despesas operacionais, não cobre, contudo, os custos de transação.

investimentos futuros (Gastineau, 2001; Poterba & Shoven, 2002), por oferecem aos seus investidores baixos custos, vantagens de negociação diária, transparência, eficiência tributária e facilidade de acesso.

1.3 Desempenho dos ETFs

Nesta secção apresentamos uma breve revisão da literatura sobre o desempenho dos ETFs e os respetivos determinantes.

Harper, Madura e Schnusenberg (2006) compararam o desempenho ajustado ao risco dos ETFs com os fundos fechados por país no período compreendido entre abril de 1996 e dezembro de 2001, com recurso ao índice de Sharpe e ao alfa de Jensen. Os autores verificaram que os ETFs exibiram maiores retornos médios e maiores níveis de risco do que os fundos fechados. De igual modo, verificaram que os ETFs tiveram, em média, maiores desempenhos ajustado ao risco do que os fundos fechados. Os resultados assim obtidos, permitiram os autores concluir que uma estratégia de investimento passiva usando ETFs pode gerar um desempenho superior a uma estratégia de investimento ativa usando fundos fechados de países. Esta ideia foi suportada pelo fato da maioria dos fundos fechados terem exibidos alfas negativos durante o período da amostra.

Mateus e Kuo (2007) investigaram o desempenho e a persistência de 20 ETFs de países da família iShares em comparação com o S&P 500 durante o período de julho de 2001 a junho de 2006. Os autores recorreram às medidas de desempenho ajustadas ao risco, nomeadamente ao índice de Sharpe, índice de Trynor e índice de Sortino para avaliação efetiva do desempenho, assim como ao coeficiente de correlação de Spearman e à *winner-loser contingency table* para avaliar a persistência desse desempenho. Estes autores não encontraram evidência da persistência de desempenho com base nas medidas tradicionais ajustadas ao risco usadas.

Shin e Soydenir (2010) avaliaram o desempenho de ETFs relativamente ao seu *benchmark* usando o alfa de Jensen, tendo verificado que os ETFs apresentaram alfas de

Jensen negativos. Tais alfas, suportaram a existência de valores para o *tracking error* que mostraram que a estratégia de investimento passiva não supera o retorno do mercado.

Wong e Shum (2010) analisaram o desempenho de 15 ETFs de sete países em mercados em fases expansionistas e recessivas do ciclo económico de 1999 a 2007. Os resultados mostraram que os retornos de ETFs, o alfa de Jensen e o prémio de risco são maiores em mercados a operar em fases expansionistas do ciclo económico. De acordo com o índice de Sharpe, os ETFs obtêm sempre melhor desempenho do que o *benchmark*, mesmo em mercados a operar em fases recessivas.

Sharifzadeh e Hojat (2012) investigaram se a crescente procura por ETFs pode ser explicada através de seu desempenho superior em comparação com os fundos mútuos de índices. Para tal, efetuaram uma correspondência entre todos os ETFs e os fundos mútuos que foram lançados antes de 2002, que pertenciam à mesma categoria de investimento. Usaram o índice de Sharpe e o *risk-adjusted buy and hold total return* para avaliar o desempenho dos fundos e aplicaram o *Wilcoxon signed rank test* para aferir se os ETFs tinham melhores desempenho do que os fundos mútuos de índices no período de 2002 a 2010. Os resultados evidenciaram não haver diferenças estatisticamente significativas entre o desempenho dos ETFs e dos fundos mútuos, e que a escolha do investidor entre os dois fundos está relacionada com as características dos ETFs, em particular com as suas vantagens fiscais.

Rompotis (2011) investigou se os ETFs conseguem superar o mercado, representado pelo índice S&P 500. Para tal, o autor usou uma amostra de 50 ETFs durante o período de 2002 a 2007 e calculou o retorno bruto, o índice de Sharpe e o índice de Sortino dos fundos. Os resultados mostraram que a maioria dos ETFs consegue superar o mercado tanto a nível anual como a níveis agregados e que existe persistência de retorno no curto prazo.

Os estudos acima analisados recorrem fundamentalmente às designadas medidas tradicionais para avaliação do desempenho ajustado ao risco dos fundos. No entanto, estes estudos não proporcionam informação acerca da eficiência dos fundos sob uma perspetiva holística. Assim sendo, neste estudo será usada uma abordagem que permite contemplar,

em simultâneo, múltiplos fatores de avaliação do desempenho dos ETFs domiciliados na Europa e nos EUA, que seguem o mesmo índice, estando um elemento do par nos EUA e o outro na Europa.

2. Uso de DEA na avaliação de desempenho de fundos

A avaliação do desempenho de fundos efetua-se geralmente com base em medidas ajustadas ao risco. Estas medidas permitem ao investidor conhecer a sua recompensa pelo risco incorrido. No contexto dos ETFs, os indicadores mais utilizados para este efeito são o índice de Sharpe (Sharpe, 1966) e o Alfa de Jensen (Jensen, 1968), não obstante a sua utilização poder ser alvo de críticas. Neste âmbito, existem três fatores importantes que devem ser considerados quando se efetua a avaliação de desempenho de carteiras de ativos: o *benchmark* adequado, o papel do *market timing*⁶ e os custos de transação (Murthi *et al.*, 1997). Uma vez que o Alfa de Jensen compara o retorno atual de uma carteira com o seu retorno esperado (*benchmark*), este indicador é sensível à escolha do modelo de *benchmark* utilizado (Choi, 1995; Roll, 1978). Enquanto que no *Capital Pricing Asset Model* (CAPM) o retorno esperado de uma carteira é determinado apenas pelo beta (risco sistemático ou de mercado), seguindo o modelo *Arbitrage Pricing Theory* (APT), o retorno de uma carteira depende de um conjunto de fatores, sendo que cada fator tem associado um beta. Por outro lado, alguns autores argumentam ainda que o Alfa de Jensen não considera o *market timing* (Admati & Ross, 1985; Dybvig & Ross, 1985). O índice de Sharpe mede o prémio de risco por unidade de risco total (desvio padrão do retorno de uma carteira). Ao contrário do Alfa de Jensen, o índice de Sharpe ultrapassa a questão da especificação do modelo de *benchmark*. No entanto, apesar de ligação entre o índice de Sharpe e os custos de investimento (Grossman & Stiglitz, 1980; Ippolito, 1989), este indicador não considera os custos de transação ou as despesas associadas com a compra e venda de ativos (Murthi, *et al.* 1997).

⁶ *Market timing* refere-se à habilidade do gestor de um fundo para mudar sistematicamente o risco do fundo através de investimentos realizados em diferentes mercados quer variando entre classes de ativos através de métodos preditivos – como, por exemplo, análise técnica e/ou análise de indicadores económicos, de forma a prever o comportamento de um ativo (ver Henriksson & Merton, 1981; Jiang et al., 2007)

De modo a ultrapassar as limitações inerentes à utilização dos indicadores anteriormente referidos, existem modelos alternativos que permitem efetuar a avaliação do desempenho dos ETFs contemplando, em simultâneo, diferentes critérios de análise. Neste contexto, a metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*), que foi proposta, originalmente, por Charnes, Cooper e Rhode (1978) permite medir a eficiência de *Decision Making Units* (DMUs) – unidades de decisão (neste caso, fundos de investimento) com características homogêneas. Murthi *et al.* (1997) destacaram as vantagens que esta ferramenta de análise oferece em relação a algumas questões relevantes na avaliação do desempenho de carteiras. Em primeiro lugar, esta metodologia não necessita de qualquer modelo teórico de referência (e.g. CAPM ou APT). A eficiência de cada fundo (DMU) é medida em relação a um conjunto de fundos eficientes dentro da mesma categoria. Em segundo lugar, permite considerar os custos de transação. O modelo é flexível e pode considerar simultaneamente custos de transação (*inputs*) e retornos (*outputs*). Na Tabela 2.1 estão patentes estudos que utilizaram a abordagem DEA para avaliar desempenho de fundos, o tipo de metodologia DEA usada e os *inputs e outputs* considerados.

Tabela 2.1- Revisão de literatura sobre DEA na avaliação de desempenho de fundos mútuos/ETFs

Artigo	Objetivo	Metodologia	Inputs	Outputs
Murthi, Choi e Desai (1997)	Propor uma medida de desempenho baseada em DEA (DPEI); analisar eficiência de fundos mútuos agrupados em sete categorias	DEA – CCR; Análise de regressão	<i>Expense ratio, turnover, loads e standard deviation</i>	Retorno
Basso e Funari (2001)	Usar DEA para analisar desempenhos de fundos mútuos (italiano)	DEA – CCR (<i>input - oriented</i>)	<i>Standard deviation, square root of the half-variance e beta</i>	Retorno esperado e <i>stochastic dominance indicator</i>
Galagedera e Silvapulle (2002)	Avaliar desempenho de fundos mútuos australianos	DEA – BCC (<i>input-oriented</i>); Regressão logística binária	<i>Standard deviation, sales charges, expense ratio, investimento inicial mínimo</i>	<i>Gross performance</i>
Haslem e Schegara (2003)	Avaliar eficiência de fundos mútuos de grande capitalização da Morningstar	DEA – CCR	<i>Cash (%), expense ratio, stock (%), P/E ratio, P/b ratio e fund total asset</i>	<i>Sharpe ratio</i>
Gregoriou (2006)	Avaliar eficiência dos maiores 25 fundos de ações, obrigações e fundos mistos dos EUA	DEA – CCR <i>basis, cross e super efficiency (input-oriented)</i>	<i>Standard deviation, downside risk e maximum drawdown</i>	<i>Monthly percentage profitable e annualised monthly compounded return</i>
Haslem e Schegara (2006)	Avaliar eficiência de fundos mútuos de pequena capitalização da Morningstar	DEA – CCR	<i>Morningstar risk, beta, standard deviation, P/E ratio, P/B ratio e P/CF ratio</i>	<i>Sharpe ratio</i>
Chu, Chen e Leung (2010)	Aplicar DEA para avaliar o desempenho de “Ishare World Exchange-Traded Fund”	DEA – RDM	<i>Downside risk e expense ratio</i>	<i>Monthly average return e upper deviation</i>
Tsolas (2011)	Usar DEA para avaliar eficiência de 15 “natural resources ETF”	DEA – Generalized proportional distance function; Tobit model	<i>P/CF ratio, P/B ratio, total expense ratio</i>	Rácio de Sharpe e Alfa de Jensen
Prasanna (2012)	Avaliação eficiência de 82 ETFs (Índia)	DEA – CCR cross-efficiency, super-efficiency	<i>Desvio padrão, maximum drawdown e downside risk</i>	<i>Percentage of months with positive return e compounded monthly return</i>
Basso e Funari (2014)	Analisar desempenho de “SRI fund” com base em DEA	DEA – CC (CRS e VRS)	Beta e capital inicial investido	Nível ético e valor final do investimento

Artigo	Objetivo	Metodologia	Inputs	Outputs
Acharya, Dwivedi e Panchal (2015)	Medir a eficiência de ETFs de ouro	DEA – CCR e BCC (<i>input-oriented e output-oriented</i>)	<i>Standard deviation e maximum drawdown</i>	Retorno anual e retorno ajustado ao risco (<i>Sharpe ratio</i>)
Tsolas e Charles (2015)	Avaliar desempenho de “ <i>Green</i> ETFs”	DEA – RAM – BCC; <i>Tobit censored; OLS e Bootstrapped-Truncated regression</i>	P/CF da carteira e P/B da carteira	Rácio de Sharpe e Alfa de Jensen
Basso e Funari (2016)	Analisar eficiência de fundos mútuos europeus de diferentes países.	DEA – BCC-V	<i>Standard deviation e beta coeficiente</i>	Valor do investimento final (retorno médio)
Choi e Min (2017)	Analisar eficiência do índice KOSPI 200, de oito ETFs que o seguem e das 200 ações que compõem o índice, usando o DPEI de Murthi et al. (1997).	DEA – RDM- CRS	<i>Standard deviation e systematic risk</i>	Retorno
Isacov (2019)	Avaliar eficiência de ETFs via DEA dentro de grupos homogêneos	DEA – CCR; Clustering approach	<i>Expense ratio e downside risk</i>	<i>Average weekly return e upside potential</i>
Tsolas (2019)	Medir a eficiência de 10 “ <i>Utility</i> ETFs”	DEA – DEA-GRA; BCC (<i>input-oriented</i>); Modelo aditivo; GPDF-O e GPDF-NO	<i>P/E ratio e expense ratio</i>	<i>Sharpe ratio</i>

Apesar das vantagens associadas à aplicação da metodologia DEA na avaliação do desempenho de ETFs, a literatura científica é ainda pouco prolífica (ver Tabela 2.1). Em geral, os estudos apresentados na Tabela 2.1. validam a importância da metodologia DEA na avaliação de desempenho de ETFs como complemento à utilização das medidas de desempenho tradicionais ajustadas ao risco. Deste modo, este estudo procura contribuir para a literatura científica existente, propondo a avaliação da eficiência de ETFs domiciliados em regiões diferentes que seguem o mesmo índice.

3. Metodologia

Neste trabalho foi utilizado a versão não orientada do modelo DEA proposto por Tone (2001), designado por *Slack-based measure* (SBM), que é um modelo DEA não radial, considerando rendimentos variáveis à escala.

Considere-se o conjunto de n DMUs ($DMU_1, DMU_2, \dots, DMU_n$), sendo a matriz de *inputs* ($m \times n$) dada por $X = [x_{ij}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n]$, a matriz de *outputs* ($s \times n$) dada por $Y = [y_{rj}, r = 1, 2, \dots, s, j = 1, 2, \dots, n]$, e as linhas \mathbf{x}_o^T e \mathbf{y}_o^T destas matrizes correspondentes à quantidade de *inputs* e *outputs* da DMU_o , respetivamente, com T a denotar o transposto de um vetor.

O modelo SBM é dado por:

$$\min_{\lambda, \mathbf{s}^-, \mathbf{s}^+} \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{io}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{ro}}$$

s.t.

$$\mathbf{x}_o = X\lambda + \mathbf{s}^-,$$

$$\mathbf{y}_o = Y\lambda - \mathbf{s}^+,$$

$$\lambda \geq \mathbf{0}, \mathbf{s}^- \geq \mathbf{0}, \mathbf{s}^+ \geq \mathbf{0}, \tag{1}$$

No problema (1) assume-se que $X \geq 0$ e $Y \geq 0$.

É possível ver também que um aumento em s_i^- ou s_i^+ , *ceteris paribus*, irá diminuir o valor da função objetivo do problema (1).

Portanto, pode concluir-se que $0 < \rho < 1$.

O valor de ρ em (1) pode ser escrito também da seguinte forma:

$$\rho = \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{x_{io} - s_i^-}{x_{io}} \right) \left(\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{y_{ro} + s_r^+}{y_{ro}} \right)^{-1} \quad (2)$$

Em termos de interpretação, o rácio $\frac{x_{io} - s_i^-}{x_{io}}$ avalia a taxa relativa de redução do *input* i e, portanto, $\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{x_{io} - s_i^-}{x_{io}}$ avalia a percentagem média da redução dos *inputs*. Analogamente, o rácio $\frac{y_{ro} + s_r^+}{y_{ro}}$ avalia a taxa relativa de aumento do *output* r e $\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{y_{ro} + s_r^+}{y_{ro}}$ é a percentagem média de aumento dos *outputs*. Portanto, ρ pode ser visto como o rácio de ineficiências médias dos *inputs* e *outputs*.

De modo a ter em conta os retornos variáveis à escala é apenas necessário adicionar a restrição $e^T \lambda = 1$ no modelo (1). Então, o problema (1) pode ser convertido no problema (3) considerando uma variável escalar positiva t :

$$\begin{aligned} \underset{t, \lambda, s^-, s^+}{Min} \quad & \tau = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t s_i^- / x_{io} \\ \text{s.t.} \quad & t + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s t s_r^+ / y_{ro} = 1, \\ & x_o = X\lambda + s^-, \\ & y_o = Y\lambda - s^+, \\ & \lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0, t > 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Seja $S^- = ts^-$, $S^+ = ts^+$ and $A = t\lambda$, então o problema (3) torna-se:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \\
 & t, \lambda, \mathbf{s}^-, \mathbf{s}^+ \quad \tau = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i^- / x_{io} \\
 & \text{s.t. } t + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s S_r^+ / y_{ro} = 1, \\
 & t \mathbf{x}_o = X \boldsymbol{\lambda} + \mathbf{S}^-, \\
 & t \mathbf{y}_o = Y \boldsymbol{\lambda} - \mathbf{S}^+, \\
 & \boldsymbol{\lambda} \geq \mathbf{0}, \mathbf{S}^- \geq \mathbf{0}, \mathbf{S}^+ \geq \mathbf{0}, t > 0.
 \end{aligned} \tag{4}$$

A solução ótima corresponde a:

$$\rho^* = \tau^*, \lambda^* = \boldsymbol{\lambda}^* / t^*, \mathbf{s}^{-*} = \mathbf{S}^- / t^*, \mathbf{s}^{+*} = \mathbf{S}^+ / t^*.$$

Definição 1. Uma DMU_o é SBM-eficiente se $\rho^* = 1$. Esta condição é equivalente a $\mathbf{s}^{-*} = \mathbf{0}$ e $\mathbf{s}^{+*} = \mathbf{0}$.

Definição 2. O conjunto de unidades eficientes de referência para a DMU_o SBM-ineficiente obtém-se considerando os índices das DMUs associados a $\lambda_j^* > 0$.

Considere o conjunto de referência da DMU_o SBM-ineficiente como se segue:

$$E_o = \{ j: \lambda_j^* > 0, j=1, \dots, n \}.$$

O ponto da fronteira eficiente que pode ser visto como uma DMU de referência para a DMU_o SBM-ineficiente é:

$$(\hat{\mathbf{x}}_o, \hat{\mathbf{y}}_o) = (\mathbf{x}_o - \mathbf{s}^{-*}, \mathbf{y}_o + \mathbf{s}^{+*}) = (\sum_{j \in E_o} \lambda_j^* \mathbf{x}_j, \sum_{j \in E_o} \lambda_j^* \mathbf{y}_j). \tag{5}$$

3.1 O modelo DEA BP-SBM

O modelo original proposto por Tone (2001) não permite efetuar o tratamento de fatores negativos. Neste contexto, para resolver este problema foi considerado o modelo DEA BP-SBM proposto por Tone, Chang e Wu (2019), que transforma os fatores negativos em seus homólogos positivos considerando “pontos de referência”.

Definição 3. Os pontos de referência são os valores mínimos dos *inputs* e *outputs*.

O valor mínimo do *input* i , x_i^{min} ($i = 1, 2, \dots, m$) é:

$$\delta_i = \min\{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}\} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (6)$$

A transformação proposta é efetuada da seguinte forma:

Se $\delta_i > 0$, então $x_i^{min} = 0$

Se $\delta_i = 0$, então $x_i^{min} = -\sigma_i$

Se $\delta_i < 0$, então $x_i^{min} = \delta_i(1 + \tau_i)$ (7)

Portanto, se $\delta_i > 0$, não é necessário efetuar alterações ao *input*, uma vez que este é positivo para todas as DMUs. Se $\delta_i = 0$, i.e., se uma ou várias DMUs não fazem uso deste *input*, então a sua utilização deve ser perturbada por uma quantidade $\sigma_i > 0$ para evitar a divisão por zero. Por outro lado, se $\delta_i < 0$; isto é, se uma ou mais DMUs tiver *input* i negativo, então o uso desse *input* pelas DMUs precisará de ser transformado num montante suficientemente grande para tornar esse *input* estritamente positivo para todas as DMUs. Tal montante seria escolhido como δ_i mais um termo de perturbação, $\delta_i \tau_i$, de modo a garantir que o uso deste *input* seja estritamente positivo. Note-se que tanto σ como τ_i são números positivos.

Da mesma forma, define-se o valor mínimo do *output* r , y_r^{min} ($r = 1, 2, \dots, s$)

como se segue:

$$\omega_r = \min\{y_{r1}, y_{r2}, \dots, y_{rn}\} \quad (r = 1, 2, \dots, s) \text{ e}$$

A transformação proposta é então:

Se $\omega_r > 0$, então $y_r^{min} = 0$

Se $\omega_r = 0$, então $y_r^{min} = -\rho_i$ (8)

Se $\omega_r < 0$, então $y_r^{min} = \omega_r(1 + \gamma_i)$

Finalmente, os fatores transformados são dados da seguinte forma:

$$\bar{x}_{ij} = x_{ij} - x_i^{min} > 0 (\forall i, j) \quad \text{e} \quad \bar{y}_{rj} = y_{rj} - y_r^{min} > 0 (\forall r, j) \quad (9)$$

4. Dados

A amostra deste estudo é composta por 38 ETFs⁷ ordenados aos pares, cada par seguindo o mesmo índice, domiciliados nos EUA (19 fundos) e na Europa (Irlanda, 14 fundos e Luxemburgo, 5 fundos). Para cada ETF, foram recolhidos os indicadores de desempenho (Alfa de Jensen, índice de Sharpe e *trailing total return* (%)) e de risco (beta e desvio padrão). O horizonte temporal do estudo está compreendido entre 2014 e 2018 (5 anos), e os dados considerados são para 1 ano (2018), 3 anos (2016-2018) e 5 anos (2014-2018).

⁷ Dos fundos que fazem parte da amostra, será excluído o LG6, domiciliado no Luxemburgo, por falta de dados para o período em análise.

Tabela 4.1- Dados relativos às DMUs

DMU	Nome de ETF	Domicílio	Índice seguido	Lançamento	Estrutura legal
IVV	iShares core S&P 500 ETF	EUA	S&P 500	15/05/2000	ETF
CSPX	iShares Core S&P 500 UCITS ETF	Irlanda	S&P 500	19/05/2010	UCITS ETF
EWU	iShares MSCI United Kingdom ETF	EUA	MSCI United Kingdom	12/03/1996	ETF
CSUK	iShares MSCI United Kingdom UCITS ETF	Irlanda	MSCI United Kingdom	12/01/2010	UCITS ETF
EWQ	iShares MSCI France ETF	EUA	MSCI France	12/03/1996	ETF
ISFR	iShares MSCI France UCITS ETF	Irlanda	MSCI France	05/09/2014	UCITS ETF
URTH	iShares MSCI World EFT	EUA	MSCI World	10/01/2012	ETF
XMWO	XTRACKERS MSCI World UCITS ETF 1C	Irlanda	MSCI World	22/07/2014	UCITS ETF
EWJ	iShares MSCI Japan ETF	EUA	MSCI Japan	12/03/1996	ETF
XMJD	Xtrackers MSCI Japan UCITS ETF 1C	Luxemburgo	MSCI Japan	09/01/2007	UCITS ETF
EEMA	iShares MSCI Emergent Market Asia ETF	EUA	MSCI Emergent Market Asia	08/02/2012	ETF
CEMA	iShares MSCI Emergent Asia UCITS ETF	Irlanda	MSCI Emergent Market Asia	06/08/2010	UCITS ETF
MCHI	iShares MSCI China ETF	EUA	MSCI China	29/03/2011	ETF
XCS6	Xtrackers MSCI China UCITS ETF 1C	Luxemburgo	MSCI China	24/06/2010	UCITS ETF
EWC	iShares MSCI Canada ETF	EUA	MSCI Custom Capped Canada	12/03/1996	ETF
CCAU	iShares MSCI Canada UCITS ETF	Irlanda	MSCI Canada	12/01/2010	UCITS ETF
EEM	iShares MSCI Emerging Markets ETF	EUA	MSCI Emerging Markets Index (SM)	07/04/2003	ETF

DMU	Nome de ETF	Domicílio	Índice seguido	Lançamento	Estrutura legal
SEMA	iShares MSCI EM UCITS ETF USD (Acc)	Irlanda	MSCI Emerging Markets Index (SM)	25/09/2009	UCITS ETF
EZU	iShares MSCI EMU ETF	EUA	MSCI MEU	25/07/2000	ETF
CEU	iShares MSCI EMU UCITS ETF	Irlanda	MSCI MEU	12/01/2010	UCITS ETF
EPP	iShares MSCI Pacific ex Japan ETF	EUA	MSCI Pacific ex-Japan Index	25/10/2001	ETF
CPXJ	iShares Core MSCI Pacific ex-Japan UCITS ETF	Irlanda	MSCI Pacific ex-Japan Index	12/01/2010	UCITS ETF
EWA	iShares MSCI Australia ETF	EUA	MSCI Australia Index	12/03/1996	ETF
SAUS	iShares MSCI Australia UCITS ETF	Irlanda	MSCI Australia Index	22/01/2010	UCITS ETF
ACWI	iShares MSCI ACWI ETF	EUA	MSCI ACWI Index	26/03/2008	ETF
SSAC	iShares MSCI ACWI UCITS ETF	Irlanda	MSCI ACWI Index	21/10/2011	UCITS ETF
SCJ	iShares MSCI Japan Small-Cap ETF	EUA	MSCI Japan Small Cap Index	20/12/2007	ETF
ISJP	iShares MSCI Japan Small Cap UCITS ETF	Irlanda	MSCI Japan Small Cap Index	09/05/2008	UCITS ETF
EWUS	iShares MSCI United Kingdom Small-Cap ETF	EUA	MSCI United Kingdom Small Cap Index	25/01/2012	ETF
CUKS	iShares MSCI UK Small Cap UCITS ETF	Irlanda	MSCI United Kingdom Small Cap Index	01/07/2009	UCITS ETF
EWM	iShares MSCI Malaysia ETF	EUA	MSCI Malaysia Index	12/03/1996	ETF
LG6	Xtrackers MSCI Malaysia UCITS ETF 1C	Luxembourg	MSCI Malaysia TRN INDEX	24/06/2010	UCITS ETF
EEMS	iShares MSCI Emerging Markets Small-Cap ETF	EUA	MSCI Emerging Markets Small Cap Index	16/08/2011	ETF

DMU	Nome de ETF	Domicílio	Índice seguido	Lançamento	Estrutura legal
IEMS	iShares MSCI EM Small Cap UCITS ETF	Irlanda	MSCI Emerging Markets Small Cap Index	06/03/2009	UCITS ETF
IEUS	iShares MSCI Europe Small-Cap ETF	EUA	MSCI Europe Small Cap Index	12/11/2007	ETF
DX2J	Xtrackers MSCI Europe Small Cap UCITS ETF 1C	Luxemburgo	MSCI Europe Small Cap Index	17/01/2008	UCITS ETF
AAXJ	iShares MSCI All Country Asia ex Japan ETF	EUA	MSCI AC Asia ex Japan Index	13/08/2008	ETF
DXS5	Xtrackers MSCI AC Asia ex Japan Swap UCITS ETF 1C	Luxemburgo	MSCI AC Asia ex Japan Index	20/01/2009	UCITS ETF

A Tabela 4.1 apresenta os dados relativos às DMUs envolvidas no estudo, tais como o símbolo da DMU, o seu nome, o país de domicílio, o seu índice de referência, a sua data de lançamento e a sua estrutura legal. As DMUs estão agrupadas aos pares que seguem o mesmo índice, mas que se encontram localizadas em regiões diferentes (América e Europa).

4.1 A escolha da região

Foram escolhidas duas regiões para este estudo: os EUA e a Europa (Irlanda e Luxemburgo). A escolha dos EUA, da Irlanda e do Luxemburgo deve-se ao facto de possuírem o maior mercado de ETFs do mundo.

Segundo a *Irish fund*,⁸ cerca de 968 gestoras de fundos de mais de 53 países têm ativos administrados na Irlanda. A Irlanda oferece aos gestores acesso ao passaporte de mercado da União Europeia (UE) para *Undertaking for Collective Investment in Transferable Securities* (UCITS) e *Alternative Investment Funds* (AIFs). O país destaca-se como domicílio europeu de escolha para fundos UCITS, e tem uma incomparável oferta UCITS em termos de considerações regulatórias, fiscais, depósitos e de atendimento ao cliente. A Irlanda lidera neste setor de crescimento rápido como domicílio de escolha e é o centro de excelência para o suporte de ETFs na Europa. Os ETFs domiciliados na Irlanda representam mais de metade do mercado de ETFs europeu.

Por sua vez, o Luxemburgo é o segundo maior centro de ETFs na Europa de acordo com a ALFI⁹, e os fundos aí domiciliados estão distribuídos em 70 países. Segundo a mesma associação de fundos, estes são reconhecidos não somente na Europa, mas também na Ásia, América Latina e no Médio Oriente como bons veículos de

⁸ *Irish funds* é a abreviatura para *Irish Funds Industry Association*, que é uma associação que tem como objetivo suportar, complementar e desenvolver a indústria de fundos na Irlanda. Mais informações acerca de ETFs irlandeses podem ser consultadas num reporte da *irish funds* intitulado “*Ireland – The european centre for Exchange-Traded Funds*”

⁹ *ALFI* (*Association of the Luxembourg Funds Industry*) representa o rosto e a voz da gestão de ativos do Luxemburgo e a comunidade de fundos de investimentos.

investimento regulamentados que oferecem um alto nível de proteção ao investidor. Nos últimos 30 anos, o Luxemburgo construiu um inigualável reconhecimento no estabelecimento, administração e distribuição de UCITS e AIFs.

Por outro lado, de acordo com a Forbes, os três maiores fornecedores de fundos dos EUA (que são BlackRock, Vanguard e State Street) representam mais de 70% do mercado global de ETFs.

A grande maioria de ETFs europeus são constituídos sob a forma UCITS, a qual foi introduzido na Europa em 1985, segundo a *Irish funds*. De facto, a primeira diretiva europeia UCITS estabeleceu um conjunto comum de regras de distribuição transfronteiriça de estratégia de Investimento Coletivo através do passaporte europeu. Esta estrutura de investimento foi desenhada a pensar no consumidor a retalho, assegurando níveis apropriados de proteção aos investidores.

O mercado de ETFs dos EUA é regulado pela Lei de 1933 (*Securitie Act*), Lei de 1934 (*Securitie Exchange Act*) – que criou o SEC (*Securitie Exchange Comission*) – pela Lei de 1940 (*Investment Company Act*) e pelo *Investment Company Act No. 17809* (1990) (Hill *et al.*, 2015). A Lei de 1933 prevê a emissão de ativos na bolsa de valores, e descreve que informações devem ser disponibilizadas para permitir ao investidor tomar melhores decisões. Todos os veículos de investimento disponíveis nas bolsas públicas são regulados pela Lei de 1933. Por sua vez, a Lei de 1934 determina como as bolsas de valores operam e estabelece os requisitos para que uma entidade seja cotada na bolsa. A Lei de 1940 regula a organização das empresas, incluindo fundos, tendo sido estabelecida para proteger os investidores. Por fim, a Lei de 1990 concede isenções da Lei de 1940 e permite a criação e o resgate de ações que compõem o ETF ao longo do dia de negociação, não apenas no final do dia – como acontece nos fundos mútuos – e permite também que elas sejam negociadas em bolsa.

4.2 Seleção de *inputs* e *outputs*

Os *inputs* e *outputs* foram selecionados de acordo com os fatores geralmente considerados na literatura (ver Tabela 2.1). Assim, foram selecionados como *inputs* o beta e o desvio padrão e como *outputs* o Alfa de Jensen, o índice de Sharpe e o *trailing total return*.

O beta é um indicador de risco do mercado que mede a sensibilidade de um ETF em relação a uma carteira de ativos que represente o mercado (índice de referência), e é calculado como a covariância entre o retorno do ETF e o retorno do índice de referência, dividido pela variância do índice de referência. Um beta maior do que um significa que o ETF é de alto risco, pois a sua rentabilidade varia mais do que proporcionalmente em relação ao mercado¹⁰.

Por sua vez, o desvio padrão mede a dispersão de uma amostra em torno de um valor médio e representa o risco total de um fundo, isto é, a volatilidade com que um fundo varia num período. Um desvio padrão elevado significa que o fundo é muito volátil e um desvio baixo significa que o fundo é pouco volátil.

O índice de Sharpe é uma medida ajustada ao risco, que mede a rentabilidade de um ETF em excesso relativamente ao ativo sem risco, por unidade de risco total. O rácio afere a qualidade da relação entre o retorno e o risco total de um ETF. Quanto maior o valor deste indicador, melhor é a relação risco/retorno do ETF, isto é, melhor é o desempenho histórico ajustado ao risco do ETF.

Quanto ao Alfa de Jensen, este indicador é uma medida ajustada ao risco, que mede o excesso de retorno de um ETF acima do seu retorno esperado determinado pelo CAPM. Este indicador nos indica a taxa de retorno que é capaz de resultar em retornos

¹⁰ Por exemplo, o beta de 1,2 significa que o ETF tem um desempenho 20% acima do seu índice de referência no período de alta e 20% abaixo do respetivo índice no período de baixa. Um beta menor do que um significa que o ETF é de baixo risco, pois a sua rentabilidade varia menos que proporcionalmente em relação ao mercado. Por exemplo, o beta de 0,85 significa que o ETF tem um desempenho 15% abaixo do índice de referência quando mercado está em alta e no período de baixa tem um desempenho 15% melhor do que o respetivo índice. O beta igual a um significa que o desempenho do ETF varia proporcionalmente ao desempenho de seu índice de referência.

acima da média, ajustado pelo beta. Quanto maior o valor deste indicador, maior é o desempenho do ETF.

Por último, o *trailing total return* indica o retorno que se poderia obter de um ETF, num período específico passado.

A Tabela 4.2 apresenta os quatro modelos que serão utilizados para medir a eficiência do desempenho dos ETFs. Estes modelos diferem apenas quanto aos fatores a serem considerados como *outputs*.

As Tabelas 4.3 e 4.4 apresentam os indicadores de risco e de desempenho, respetivamente, para cada um dos ETFs considerados na análise. Tendo em conta que alguns ETFs apresentaram valores negativos para alguns dos indicadores de desempenho considerados nos períodos em análise, procedeu-se à transformação desses valores negativos em seus homólogos positivos (ver Tabela A.1 em apêndice), de acordo com a metodologia descrita na Secção 3.1. Para tal, utilizou-se o termo de perturbação $\tau_i = \gamma_i = 0,001$.

Tabela 4.2- Modelos DEA propostos

Modelos	Input	Output
Modelo DEA 1 (M1)	Beta e desvio padrão	Alfa de Jensen e índice de Sharpe
Modelo DEA 2 (M2)	Beta e desvio padrão	Alfa de Jensen e <i>trailing total return</i>
Modelo DEA 3 (M3)	Beta e desvio padrão	Índice de Sharpe e <i>trailing total return</i>
Modelo DEA 4 (M4)	Beta e desvio padrão	Alfa de Jensen, índice de Sharpe e <i>trailing total return</i>

Tabela 4.3- Dados relativos aos inputs. Fonte: Financial Times

Inputs	Beta			Desvio padrão (%)		
	1 ano	3 anos	5 anos	1 ano	3 anos	5 anos
DMU						
IVV	1	1	1	17	12,07	11,92
CSPX	0,98	0,99	0,99	15,17	11,4	11,29
EWU	1,01	0,93	0,95	14,46	12,01	13,14
CSUK	1,02	1,04	1,05	10,66	10,48	10,47
EWQ	1,04	1,1	1,04	15,38	14	14,37
ISFR	0,96	0,95	0,96	11,53	11,76	11,91
URTH	1,09	0,89	0,86	15,54	11,21	11,65
XMWO	1,06	1,02	1	16,28	11,54	11,81
EWJ	0,84	0,82	0,87	12,72	10,7	12,3
XMJD	1,02	1,01	1,02	10,44	9,94	11,53
EEMA	1,09	1,17	1,09	16,13	14,76	15,46
CEMA	0,99	1,01	1	12,22	12,72	14,49
MCHI	1,52	1,45	1,39	23,04	19,44	21,12
XCS6	1,02	1,01	1	23,57	19,66	21,24
EWC	1,17	0,9	0,92	18,04	13,28	14,68
CCAU	0,98	0,99	1	15,38	12,19	13,1
EEM	1,09	1,16	1,13	15,91	14,18	15,65
SEMA	1	1	1	15,9	14,21	15,65
EZU	1,08	1,15	1,09	15,42	14,2	14,74
CEU	1	1	1	14,04	12,04	13,98
EPP	0,85	0,86	0,99	12,88	11,47	14,02
CPXJ	1	1	1	10,34	10,88	13,17
EWA	0,67	0,7	0,92	10,97	10,98	14,5
SAUS	1	1	1	10,52	11,82	14,08
ACWI	1,09	0,92	0,89	15,37	11,28	11,74
SSAC	1	1	1	12,7	9,92	10,43
SCJ	0,83	0,86	0,74	13,69	11,65	11,53
ISJP	0,99	1	1	11,42	11,14	11,72
EWUS	1,21	1,06	0,99	18,86	14,67	16,46
CUKS	1,25	0,96	0,99	13,17	11,1	11,32
EWM	0,24	0,62	0,76	7,07	11,84	15,01
EEMS	0,76	0,97	0,97	12,48	13,09	14,4

Inputs	Beta			Desvio padrão (%)		
DMU	1 ano	3 anos	5 anos	1 ano	3 anos	5 anos
IEMS	0,93	0,98	0,99	9,42	11,86	13,93
IEUS	1,16	1,14	1,03	16,81	14	14,58
DX2J	1,06	1,03	1,01	16,56	12,4	13,61
AAXJ	1,1	1,16	1,09	16,35	14,67	15,4
DXS5	1,02	1,01	1	16,7	14,89	15,48
Média	1,00	1,00	0,99	14,44	12,69	13,83
Mínimo	0,24	0,62	0,74	7,07	9,92	10,43
Máximo	1,52	1,45	1,39	23,57	19,66	21,24

Tabela 4.4- Dados relativos aos outputs. Fonte: Financial Times

Outputs	Alfa de Jensen			Índice de Sharpe			Trailing Total Return (%)		
DMU	1 ano	3 anos	5 anos	1 ano	3 anos	5 anos	1 ano	3 anos	5 anos
IVV	-0,03	-0,03	-0,04	0,74	1,08	0,83	14,29	14,87	10,73
CSPX	-0,05	-0,07	-0,09	0,8	1,03	1,27	13,92	14,5	10,37
EWU	-4,39	-0,54	-2,52	0,34	0,48	0,06	6,48	6,93	0,97
CSUK	-1,44	-1,13	-1,32	0,47	0,47	0,52	5,35	5,06	5,35
EWQ	1,03	3,1	3	0,7	0,75	0,46	12,62	11,88	6,85
ISFR	0,52	1,49	1,54	0,97	0,86	0,99	15,16	11,93	10,1
URTH	1,06	4,47	4,2	0,72	0,94	0,62	13,07	12,16	5,85
XMWO	-0,34	0,42	0,52	0,68	0,89	0,59	12,75	11,95	7,61
EWJ	-0,96	0,21	3,02	0,54	0,54	0,49	8,76	7,05	6,54
XMJD	0,37	-0,49	-1,2	0,67	0,5	0,93	10,08	7,75	11,18
EEMA	0,34	-0,88	0,58	0,65	0,48	0,28	4,32	7,93	12,16
CEMA	-1,02	-0,75	-0,69	0,82	0,45	0,6	12,79	9,22	9,18
MCHI	-2,39	-0,74	1,63	0,51	0,47	0,31	12,21	9,27	5,44
XCS6	-0,8	-0,67	-0,6	0,5	0,46	0,3	12,19	9,19	5,36
EWG	-0,78	-0,5	-1,78	0,56	0,42	0,1	11,53	6,61	1,42
CCAU	-0,08	-0,22	-0,22	0,64	0,37	0,45	15,28	7,21	5,9
EEM	-0,7	-1,97	-1,47	0,6	0,41	0,16	11,12	6,74	2,34
SEMA	-0,73	-0,64	-0,58	0,59	0,41	0,16	11,06	6,69	2,34
EZU	-0,83	-0,12	0,43	0,6	0,54	0,29	10,94	8,69	4,29
CEU	0,65	0,4	0,37	1	0,78	0,59	13,43	8,58	7,25

Outputs	Alfa de Jensen			Índice de Sharpe			Trailing Total Return (%)		
DMU	1 ano	3 anos	5 anos	1 ano	3 anos	5 anos	1 ano	3 anos	5 anos
EPP	5,27	1,37	-0,17	1,03	0,62	0,23	15,78	8,5	3,41
CPXJ	-0,15	-0,11	-0,13	1,31	0,61	0,63	16,1	8,83	3,7
EWA	7,19	2,65	-0,56	1,23	0,67	0,18	16,29	8,81	2,69
SAUS	-0,35	-0,31	-0,35	1,3	0,57	0,53	16,35	8,85	2,71
ACWI	0,67	3,78	3,61	0,7	0,89	0,57	12,68	11,63	7,31
SSAC	-0,14	-0,14	-0,21	0,83	0,87	1,05	12,42	11,17	6,85
SCJ	-0,52	0,19	6,06	0,53	0,51	0,74	8,99	7,21	9,4
ISJP	-0,35	-0,36	-0,38	0,63	0,46	1,14	8,92	7,22	9,32
EWUS	-3,45	1,22	0,88	0,42	0,57	0,26	8,84	9,36	4,1
CUKS	8	3,62	2,5	0,56	0,64	0,75	7,51	7,31	8,67
EWM	-8,02	-4,34	-7,92	-0,82	-0,01	-0,35	-3,65	0,85	-5,24
EEMS	0,56	-4,15	-2,53	0,62	0,18	0,06	9,65	3,27	0,87
IEMS	-0,53	-1,12	-0,46	0,78	0,1	0,39	9,32	3	0,74
IEUS	-4,72	0,41	3,16	0,36	0,58	0,46	7,27	9,19	6,94
DX2J	-0,46	-0,19	-0,14	0,62	0,76	0,75	7,24	9,28	6,93
AAXJ	0,55	-1	0,31	0,66	0,47	0,27	12,47	7,74	4,06
DXS5	-0,75	-0,63	-0,67	0,65	0,47	0,27	12,59	7,85	4,06
Média	-0,21	0,06	0,21	0,66	0,58	0,48	10,98	8,49	5,61
Mínimo	-8,02	-4,34	-7,92	-0,82	-0,01	-0,35	-3,65	0,85	-5,24
Máximo	8	4,47	6,06	1,31	1,08	1,27	16,35	14,87	12,16

5. Resultados

Neste Capítulo são apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos para os quatro modelos considerados, cada um deles para os períodos de um, três e cinco anos.

5.1 Resultados para a amostra completa

A Tabela A.2, em Apêndice, apresenta os níveis de eficiência do Modelo DEA 1 (M1) para os períodos de um, três e cinco anos, com o beta e o desvio padrão como *inputs* e o Alfa de Jensen e o índice de Sharpe como *outputs*. Em geral, os ETFs domiciliados

nos EUA são utilizados como *benchmark* mais vezes. Não obstante, salienta-se que os ETFs ineficientes domiciliados nesta zona geográfica apresentaram, em geral, maior variabilidade em termos de ineficiência do que o correspondente par na Europa.

Para o período de um ano obtiveram-se cinco ETFs eficientes, dos quais, três domiciliados na Irlanda (CPXJ, CUKS e IEMS) e dois nos EUA (EWA, EWM). Os ETFs domiciliados nos EUA foram usados mais vezes como *benchmark* (EWA, 32 vezes; EWM, 2 vezes). Dos ETFs eficientes localizados na Irlanda, o CPXJ serviu de referência apenas uma vez. Para este período, nenhum par¹¹ de ETFs que segue o mesmo índice foi eficiente.

Para o período de três anos foram obtidos seis ETFs eficientes, dos quais, quatro domiciliados nos EUA (IVV, URTH, EWA e EWM) e os remanescentes na Irlanda (CSPX e SSAC). Os ETFs URTH, SSAC e EWA, serviram de referência 31, 6 e 3 vezes, respetivamente. Neste caso, há um par de ETFs (IVV e CSPX)¹² que segue o mesmo índice, mas que não serviu de *benchmark*.

Finalmente, o período de 5 anos apresenta três ETFs eficientes, dois domiciliados na Irlanda (CSPX e SSAC) e um nos EUA (SCJ). O ETF SCJ serviu de *benchmark* 34 vezes (tendo apresentado menor sensibilidade ao movimento do mercado e maior Alfa de Jensen), seguido dos ETFs CSPX (5 vezes) e SSAC (2 vezes).

A Tabela 5.1 apresenta a análise da estatística descritiva relativa aos ETFs eficientes e ineficientes do modelo M1 para os três períodos em análise. Da análise desta tabela é possível aferir que os valores médios dos fatores de risco associados aos ETFs eficientes vão aumentando à medida que o horizonte temporal é maior, mas estando sempre abaixo da unidade (ocorrendo a situação inversa nos ETFs ineficientes). Por outro lado, num horizonte temporal de três anos, regista-se uma redução muito significativa dos

¹¹ Par refere-se aos ETFs domiciliados em diferentes regiões que seguem o mesmo índice de referência.

¹² O IVV e CSPX seguem o S&P 500.

valores médios dos *outputs* associados a estes mesmos fundos. Estes resultados parecem sugerir que o horizonte temporal intermédio não é tão atrativo para o investidor.

Da análise da Figura 1, é possível constatar que no M1, independentemente do período de análise considerado, os níveis de eficiência dos ETFs que se mostraram eficientes não parecem ser explicados pela volatilidade destes relativamente ao mercado.

Já no que se refere aos ETFs ineficientes, parece haver uma correlação evidente dos níveis de eficiência com o Beta. Este resultado é particularmente corroborado para o período de um ano, verificando-se que os ajustamentos necessários em relação a este fator são superiores em relação aos restantes períodos (ver projeções associadas a este fator na Figura 1).

No que concerne ao desvio padrão, em geral os ETFs eficientes apresentam valores médios mais ou menos uniformes, variando aproximadamente entre 7 e 13, ou seja, sem grande oscilação em relação à média. No que diz respeito aos ETFs ineficientes, estes valores variam entre cerca de 10 e 24, mostrando uma grande volatilidade. Mais uma vez, esta situação é particularmente evidente para o período de um ano (ver projeções associadas a este fator na Figura 1).

Em relação aos *outputs* do modelo é possível constatar que a eficiência é muito mais sensível às medidas de rendibilidade no período de 5 anos, significando que o investidor supera as suas expectativas de rendibilidade relativamente ao valor que estimou previamente.

Finalmente, é possível concluir que para compensar os maiores níveis de risco registados no período de um ano, os ajustamentos necessários dos níveis de rendibilidade são sempre superiores para este horizonte temporal (ver Figura 2, nomeadamente relativamente às projeções associadas ao Alfa de Jensen).

Tabela 5.1- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes no modelo M1

Modelo DEA 1	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo
<i>DMU eficientes</i>												
Beta	0,82	0,38	0,24	1,25	0,87	0,17	0,62	1,00	0,91	0,15	0,74	1,00
Desvio padrão	10,19	2,23	7,07	13,17	11,24	0,76	9,92	12,07	11,08	0,58	10,43	11,53
Alfa	9,33	6,56	0,01	16,03	4,77	2,99	0,00	8,81	9,85	3,59	7,72	13,99
Sharpe	1,43	0,86	0,00	2,13	0,77	0,41	0,00	1,09	1,37	0,27	1,09	1,62
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
<i>DMU ineficientes</i>												
Beta	1,03	0,13	0,76	1,52	1,02	0,12	0,82	1,45	1,00	0,10	0,76	1,39
Desvio padrão	15,10	3,10	10,44	23,57	12,97	2,26	9,94	19,66	14,08	2,36	10,47	21,24
Alfa	7,58	1,73	3,31	13,30	4,33	1,55	0,19	8,12	7,99	2,19	0,01	12,13
Sharpe	1,49	0,20	1,16	2,12	0,55	0,18	0,11	0,90	0,79	0,30	0,00	1,49
Eficiência	0,43	0,14	0,19	0,91	0,48	0,19	0,04	0,92	0,51	0,19	0,00	0,85

Figura 1: Níveis de eficiência vs. *inputs* para os diferentes horizontes temporais e projeções do M1

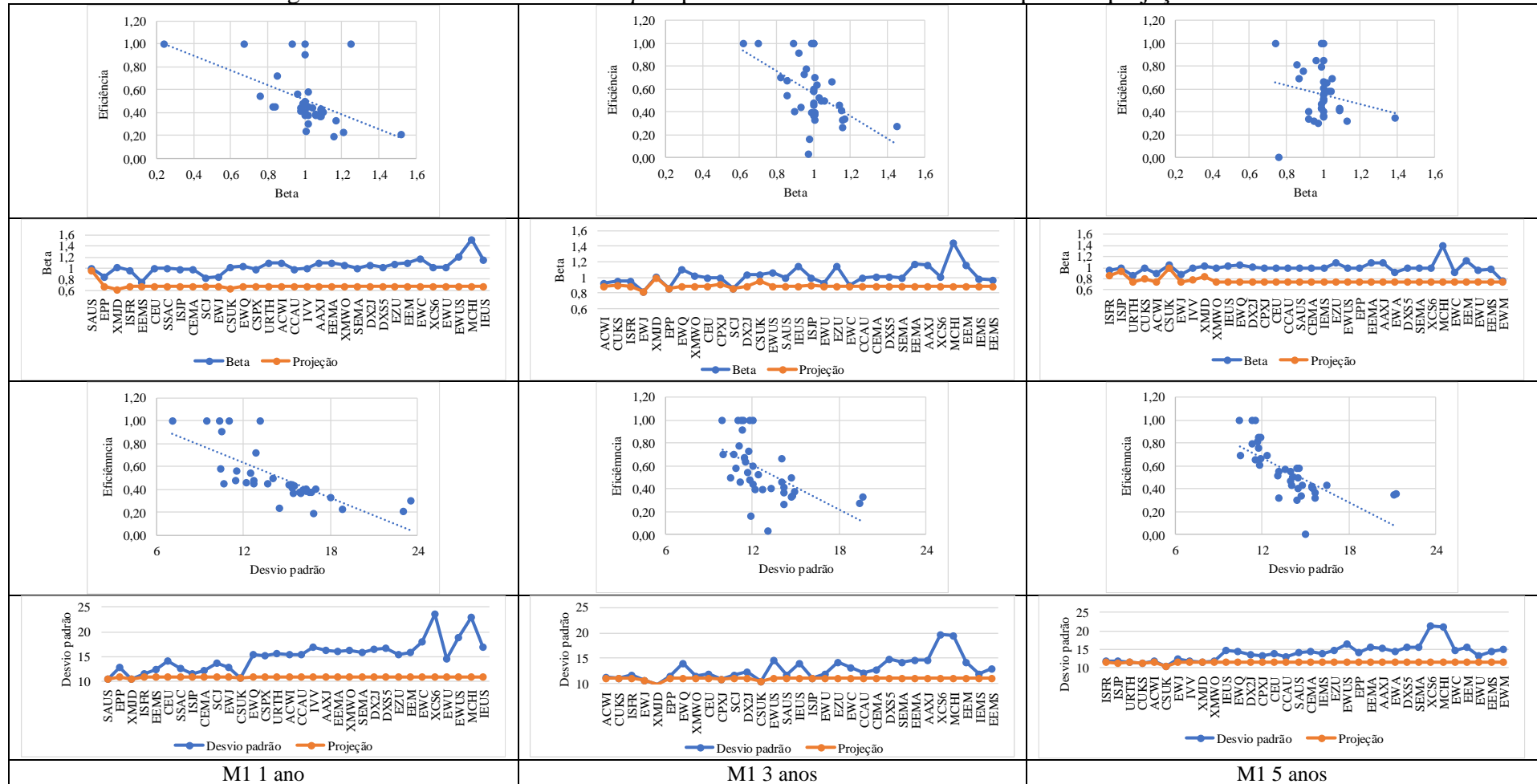
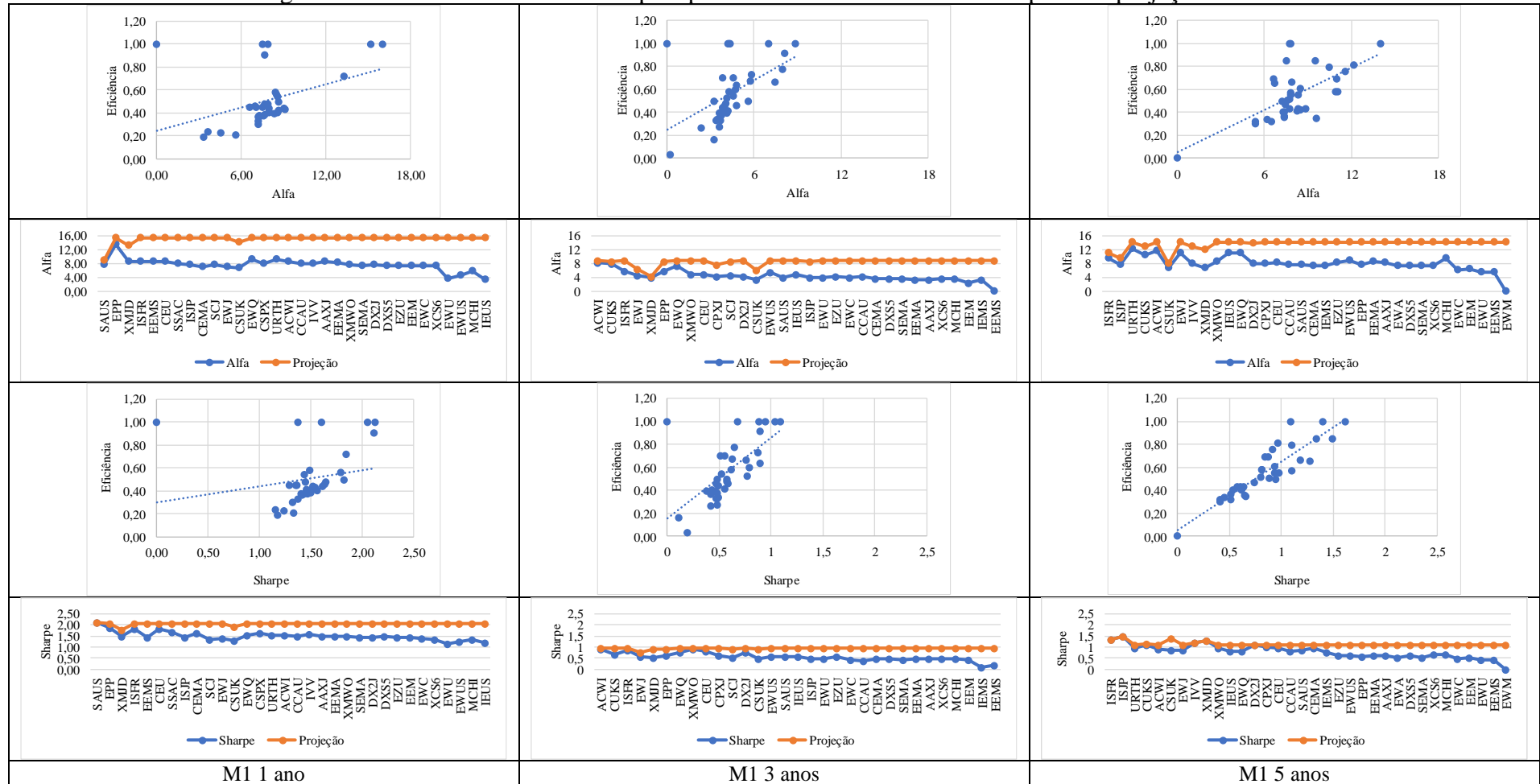


Figura 2: Níveis de eficiência vs. outputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M1



A Tabela A.3, em Apêndice, apresenta os resultados do modelo DEA 2 (M2) para os períodos de um, três e cinco anos, com o beta e o desvio padrão como *inputs* e o alfa de Jensen e o *trailing total return* como *outputs*.

Para o período de um ano, houve cinco ETFs eficientes, dois domiciliados nos EUA (EWA e EWM) e os restantes (CPXJ, SAUS e CUKS) na Irlanda. O destaque, neste período, vai para o ETF EWA, que serviu de referência 32 vezes. Neste contexto, é importante referir que este ETF replica o mercado Australiano de ações e que já havia sido considerado eficiente num estudo anterior (ver Chu, Chen & Leung, 2010).

Neste período de análise, registou-se a presença de apenas um par de ETFs eficientes (EWA e SAUS). Este par permite ilustrar, uma vez mais, o maior nível de desempenho dos ETFs domiciliados nos EUA, pois apesar de eficiente, o ETF SAUS nunca serviu de *benchmark*. Em suma, os ETFs que se destacaram neste período de análise apresentaram menor volatilidade, bem como menor sensibilidade ao movimento do mercado.

Para o período de três anos, seis ETFs atingiram o nível de eficiência máxima, quatro dos quais domiciliados nos EUA (EWA, EWM, IVV e URTN) e os restantes na Irlanda (CSPX e SSAC). O ETF URTN serviu de *benchmark* 31 vezes, apresentando o maior alfa de Jensen.

Por último, para o período de cinco anos, foram considerados como eficientes cinco ETFs (dois a mais do que no modelo anterior), dois dos quais domiciliados nos EUA (EEMA e SCJ), dois na Irlanda (CSPX e SSAC) e, pela primeira vez, um no Luxemburgo (XMJD). Mais uma vez, é um dos ETFs dos EUA, o SCJ, que desempenha um papel preponderante, uma vez que foi considerado 32 vezes como referência, apresentando maior Alfa de Jensen e menor sensibilidade ao movimento do mercado. O ETF XMJD apenas serviu de referência 2 vezes, assim como os ETFs EEMA e SSAC.

Portanto, pode concluir-se que os ETFs domiciliadas nos EUA foram usados mais vezes como referência. No entanto, os ETFs ineficientes domiciliados na Europa apresentam uma magnitude de ineficiência menor do que os domiciliados nos EUA.

A Tabela 5.2 apresenta a análise da estatística descritiva relativa aos ETFs eficientes e ineficientes do modelo M2 para os três períodos em análise. Da leitura desta tabela e das Figuras 3 e 4 é possível concluir que os resultados obtidos não divergem muito dos do modelo anterior. É de salientar que este modelo utiliza como variável alternativa ao índice de Sharpe o *trailing total return*, tendo esta variável sido responsável por mais dois ETFs eficientes no período de 5 anos do que o modelo anterior. A este respeito não será alheia a comparação do desempenho recente dos ETFs com o desempenho obtido há 5 anos atrás, havendo um horizonte temporal suficientemente alargado para permitir a melhoria deste fator enquanto indicador de desempenho.

Tabela 5.2- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes no modelo M2

Modelo DEA 2	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo
<i>DMU eficientes</i>												
Beta	0,83	0,39	0,24	1,25	0,87	0,17	0,62	1,00	0,97	0,13	0,74	1,09
Desvio padrão	10,41	2,19	7,07	13,17	11,24	0,76	9,92	12,07	12,05	1,96	10,43	15,46
Alfa	9,36	6,54	0,01	16,03	4,77	2,99	0,00	8,81	8,96	2,88	6,73	13,99
TTR	14,17	8,78	0,00	20,00	10,39	5,18	0,85	14,87	15,24	2,03	12,10	17,41
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
DMU ineficientes												
Beta	1,03	0,13	0,76	1,52	1,02	0,12	0,82	1,45	1,00	0,10	0,76	1,39
Desvio padrão	15,06	3,16	9,42	23,57	12,97	2,26	9,94	19,66	14,11	2,38	10,47	21,24
Alfa	7,58	1,73	3,31	13,30	4,33	1,55	0,19	8,12	8,01	2,25	0,01	12,13
TTR	14,70	2,89	7,97	19,43	8,13	2,13	3,00	11,95	10,18	3,32	0,01	15,98
Eficiência	0,43	0,13	0,19	0,83	0,51	0,18	0,04	0,92	0,52	0,19	0,00	0,90

Figura 3: Níveis de eficiência vs. inputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M2

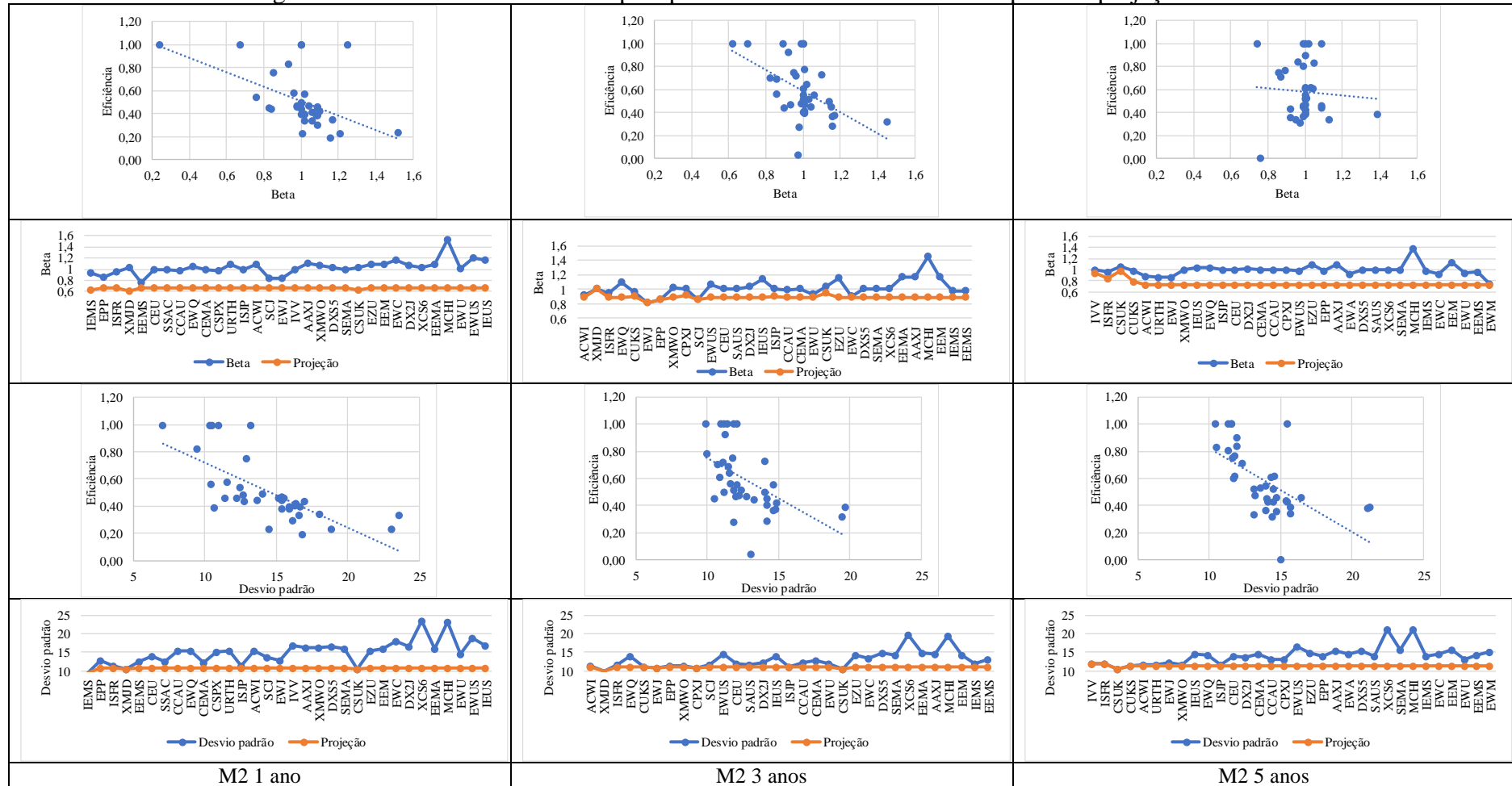
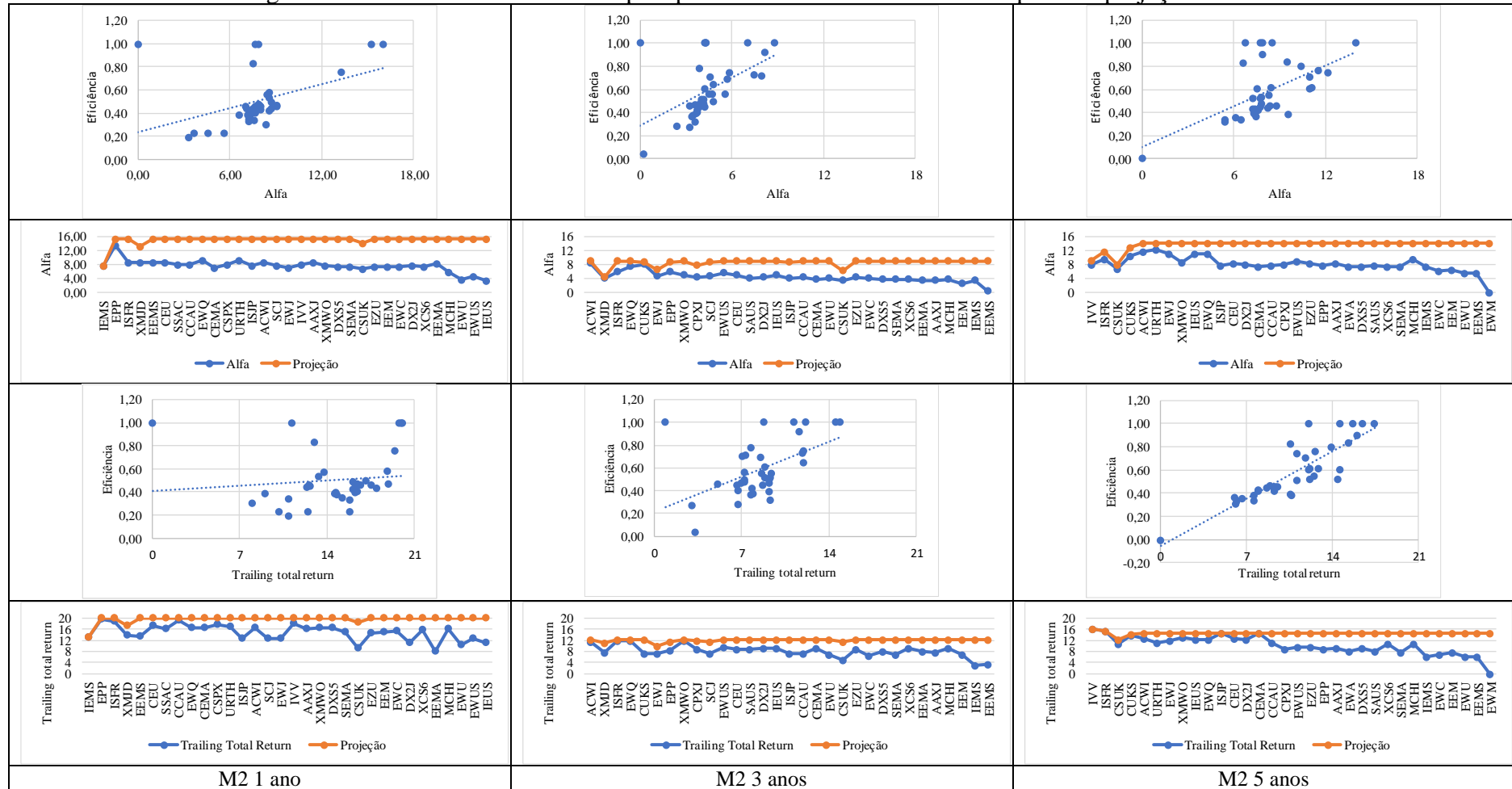


Figura 4: Níveis de eficiência vs. outputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M2



A Tabela A.4, em apêndice, ilustra os níveis de eficiência dos ETFs do modelo DEA 3 (M3) para os períodos de um, três e cinco anos, respectivamente, considerando o beta e o desvio padrão como *inputs* e o índice de Sharpe e o *trailing total return* como *outputs*.

No período de um ano verifica-se a existência de dois ETFs eficientes domiciliados nos EUA (EWA e EWM) e três na Irlanda (CPXJ, IAUS e IEMS). O ETF EWA serviu de referência 32 vezes e o EWM 2 vezes.

No que se refere ao período de três anos, obtiveram-se quatro ETFs eficientes domiciliados nos EUA (IVV, URTN, EWA e EWM) e dois na Irlanda (CSPX e SSAC). Destacamos aqui os ETFs IVV e CSPX, que serviram de referência 18 e 14 vezes, respectivamente. Este par de ETFs obteve os maiores valores para os *outputs*, demonstrando o impacto da contribuição do índice de Sharpe.

Finalmente, para o período de cinco anos calcularam-se dois ETFs eficientes domiciliados nos EUA (EEMA e SCJ), dois na Irlanda (CSPX e SSAC) e um no Luxemburgo (XMJD). Neste período, verificamos, pela primeira vez, que um ETF domiciliado na Europa – o CSPX na Irlanda – serve de referência 32 vezes, tendo apresentado o maior valor para o índice de Sharpe. No que se refere aos EUA a atenção recai sobre o ETF SCJ que serviu de referência 10 vezes.

Em comparação com os outros modelos observou-se com este um melhor posicionamento dos ETFs domiciliados na Europa. Para o período de cinco anos, o modelo M3 também diferiu dos restantes apresentados anteriormente, com um ETF domiciliado na Irlanda a ser visto como *benchmark*. Quanto aos ETFs ineficientes, continua a verificar-se que a amplitude de ineficiência é menor nos ETFs domiciliados na Europa.

De acordo com a Tabela 5.3 e as Figuras 5 e 6, os resultados sugerem que os fatores de risco dos ETFs ineficientes não mostram praticamente necessidade de ajustamentos a este nível para ficarem eficientes para os períodos de três e cinco anos, verificando-se o oposto para o período de um ano. No que se refere aos fatores de

desempenho ajustados ao risco, verifica-se a situação inversa, particularmente evidente em relação ao índice de Sharpe. Este resultado faz ressaltar o *trade-off* tradicionalmente estudado na literatura entre risco e retorno (Henriques & Neves, 2019).

Finalmente, é importante referir que a escolha dos indicadores pode influenciar os níveis de eficiência dos ETFs, o que significa que o investidor/gestor deve assumir um papel preponderante nesta decisão.

Tabela 5.3- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes no modelo M3

Modelo DEA 3	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo
<i>DMU eficientes</i>												
Beta	0,77	0,32	0,24	1,00	0,87	0,17	0,62	1,00	0,97	0,13	0,74	1,09
Desvio padrão	9,66	1,56	7,07	10,97	11,24	0,76	9,92	12,07	12,05	1,96	10,43	15,46
Sharpe	2,07	0,91	0,49	2,62	0,77	0,41	0,00	1,09	1,20	0,37	0,63	1,62
TTR	14,54	8,66	0,00	20,00	10,39	5,18	0,85	14,87	15,24	2,03	12,10	17,41
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
<i>DMU ineficientes</i>												
Beta	1,04	0,14	0,76	1,52	1,02	0,12	0,82	1,45	1,00	0,10	0,76	1,39
Desvio padrão	15,18	3,01	10,44	23,57	12,97	2,26	9,94	19,66	14,11	2,38	10,47	21,24
Sharpe	1,96	0,16	1,65	2,34	0,55	0,18	0,11	0,90	0,78	0,30	0,00	1,49
TTR	14,64	2,94	7,97	19,43	8,13	2,13	3,00	11,95	10,18	3,32	0,01	15,98
Eficiência	0,51	0,11	0,33	0,77	0,53	0,18	0,14	0,91	0,52	0,21	0,00	0,90

Figura 5: Níveis de eficiência vs. inputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M3

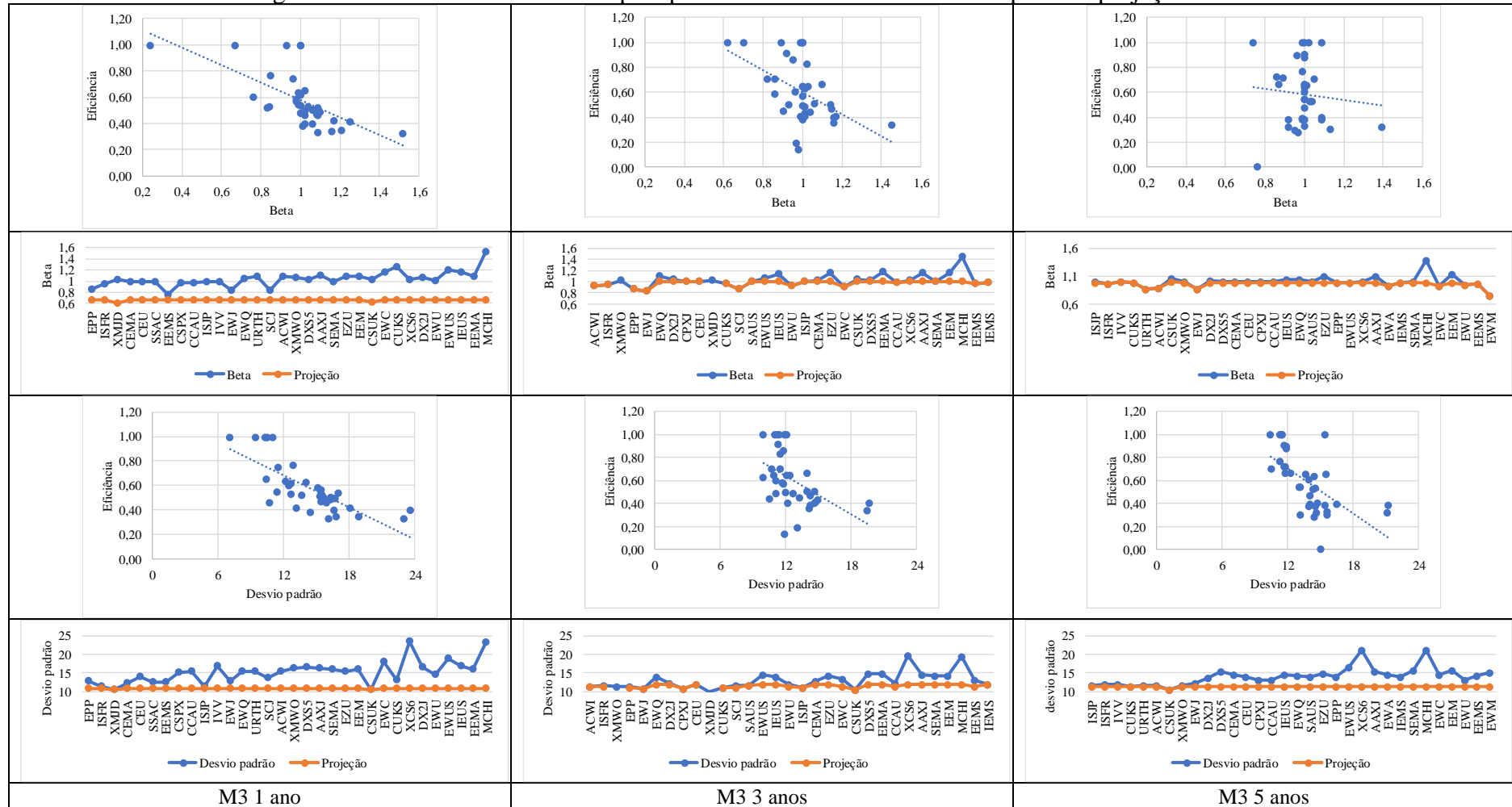
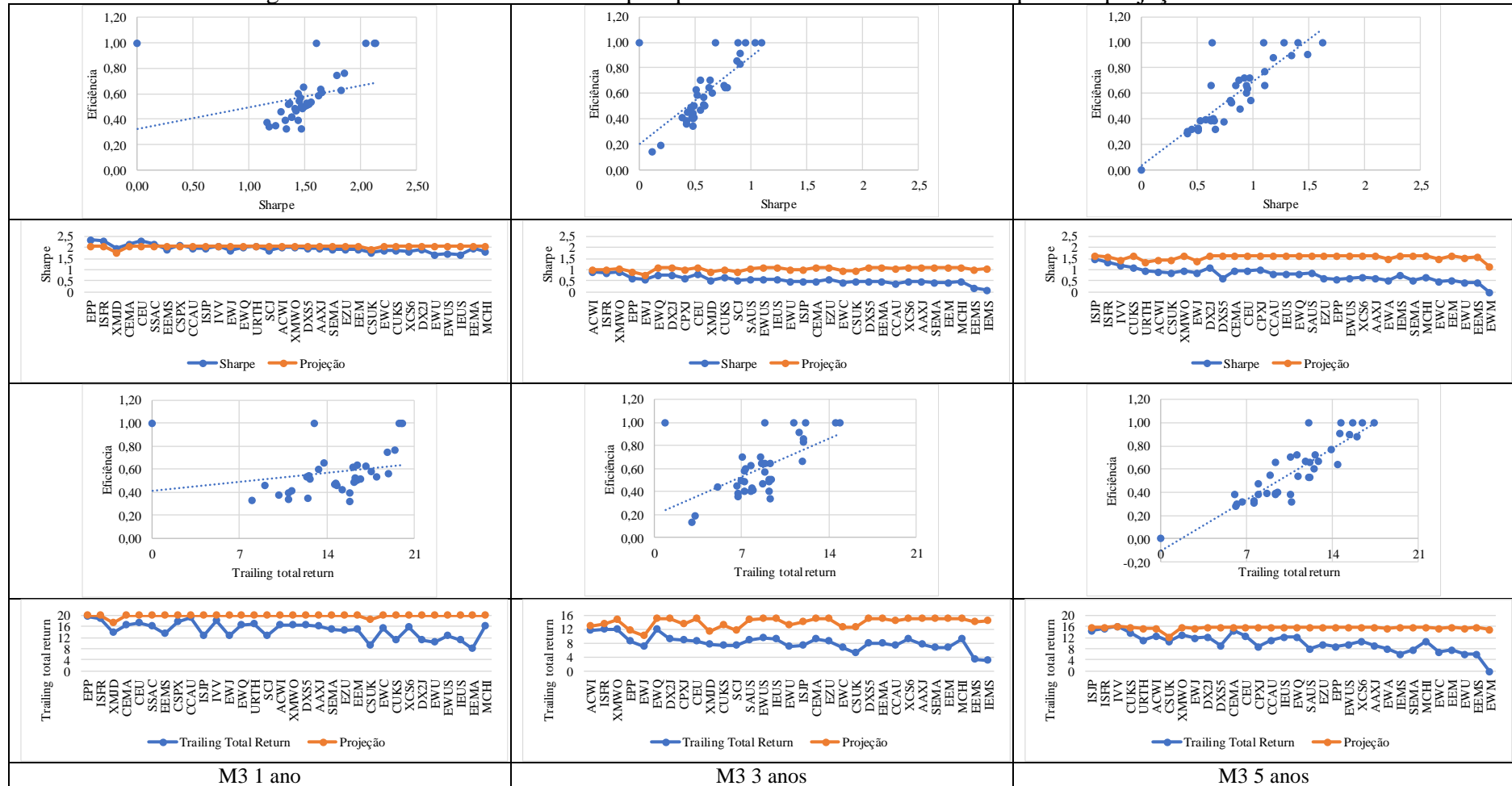


Figura 6: Níveis de eficiência vs. outputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M3



A Tabela A.5, em apêndice, apresenta as medidas de eficiência resultantes do modelo DEA 4 (M4) para os períodos de um, três e cinco anos, com todos os fatores em simultâneo.

De acordo com o modelo M4 observam-se, para o período de um ano, 4 ETFs eficientes domiciliados na Irlanda (CPXJ, SAUS, CUKS e IEMS) e dois nos EUA (EWA e EWM). Não obstante, apenas o ETF americano EWA ter servido de referência 31 vezes, suportando os argumentos de Chu, Chen e Leung (2010).

Para o período de três anos obtiveram-se quatro ETFs eficientes dos EUA (IVV, URTN, EWA e EWM) e dois da Irlanda (CSPX e SSAC), tendo-se verificado a existência de um par de ETFs eficiente (IVV e CSPX), mas que nunca foi considerado como referência. O ETF URTN destacou-se, tendo servido de referência 31 vezes. Dos ETFs europeus, o SSAC posicionou-se melhor servindo de referência 6 vezes.

No período de cinco anos, observaram-se dois ETFs eficientes domiciliados nos EUA (EEMA e SCJ), dois na Irlanda (CSPX e SSAC) e um no Luxemburgo (KXMD). O SSAC e o KXMD serviram de referência duas vezes, o CSPX serviu de referência três vezes e o SCJ serviu de referência 32 vezes, evidenciando mais uma vez o melhor posicionamento dos ETFs eficientes domiciliados nos EUA.

Após a análise da Tabela 5.4 e das Figuras 7 e 8, é possível concluir que tal como no modelo anterior que os fatores de risco dos ETFs são menos suscetíveis a sofrer ajustamentos de forma a serem eficientes para os períodos de três e cinco anos, registando-se a situação oposta para o período de um ano. No que respeita aos fatores de desempenho ajustados ao risco é de salientar novamente o *trade-off* entre risco e retorno.

Tabela 5.4- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes no modelo M4

Modelo DEA 4	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo
DMU eficientes												
Beta	0,85	0,35	0,24	1,25	0,87	0,17	0,62	1,00	0,97	0,13	0,74	1,09
Desvio padrão	10,25	2,00	7,07	13,17	11,24	0,76	9,92	12,07	12,05	1,96	10,43	15,46
Alfa	9,05	5,90	0,01	16,03	4,77	2,99	0,00	8,81	8,96	2,88	6,73	13,99
Sharpe	1,55	0,82	0,00	2,13	0,77	0,41	0,00	1,09	1,20	0,37	0,63	1,62
TTR	13,97	7,87	0,00	20,00	10,39	5,18	0,85	14,87	15,24	2,03	12,10	17,41
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
DMU ineficientes												
Beta	1,03	0,13	0,76	1,52	1,02	0,12	0,82	1,45	1,00	0,10	0,76	1,39
Desvio padrão	15,25	3,04	10,44	23,57	12,90	2,27	9,94	19,66	14,11	2,38	10,47	21,24
Alfa	7,58	1,76	3,31	13,30	4,36	1,57	0,19	8,12	8,01	2,25	0,01	12,13
Sharpe	1,47	0,17	1,16	1,85	0,55	0,18	0,11	0,90	0,78	0,30	0,00	1,49
TTR	14,76	2,92	7,97	19,43	8,14	2,17	3,00	11,95	10,18	3,32	0,01	15,98
Eficiência	0,44	0,11	0,23	0,75	0,51	0,18	0,05	0,92	0,53	0,21	0,00	0,92

Figura 7: Níveis de eficiência vs. inputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M4

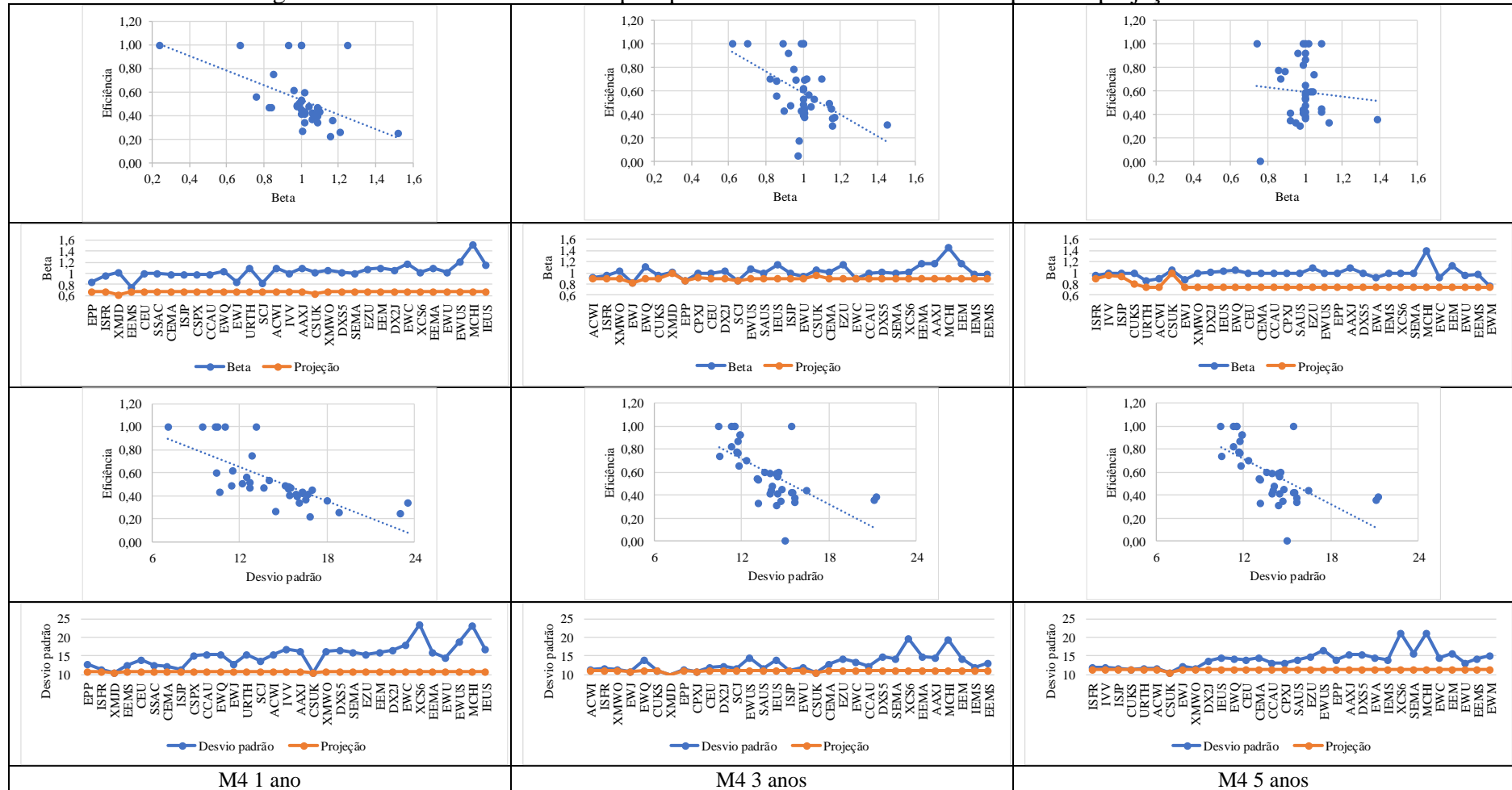
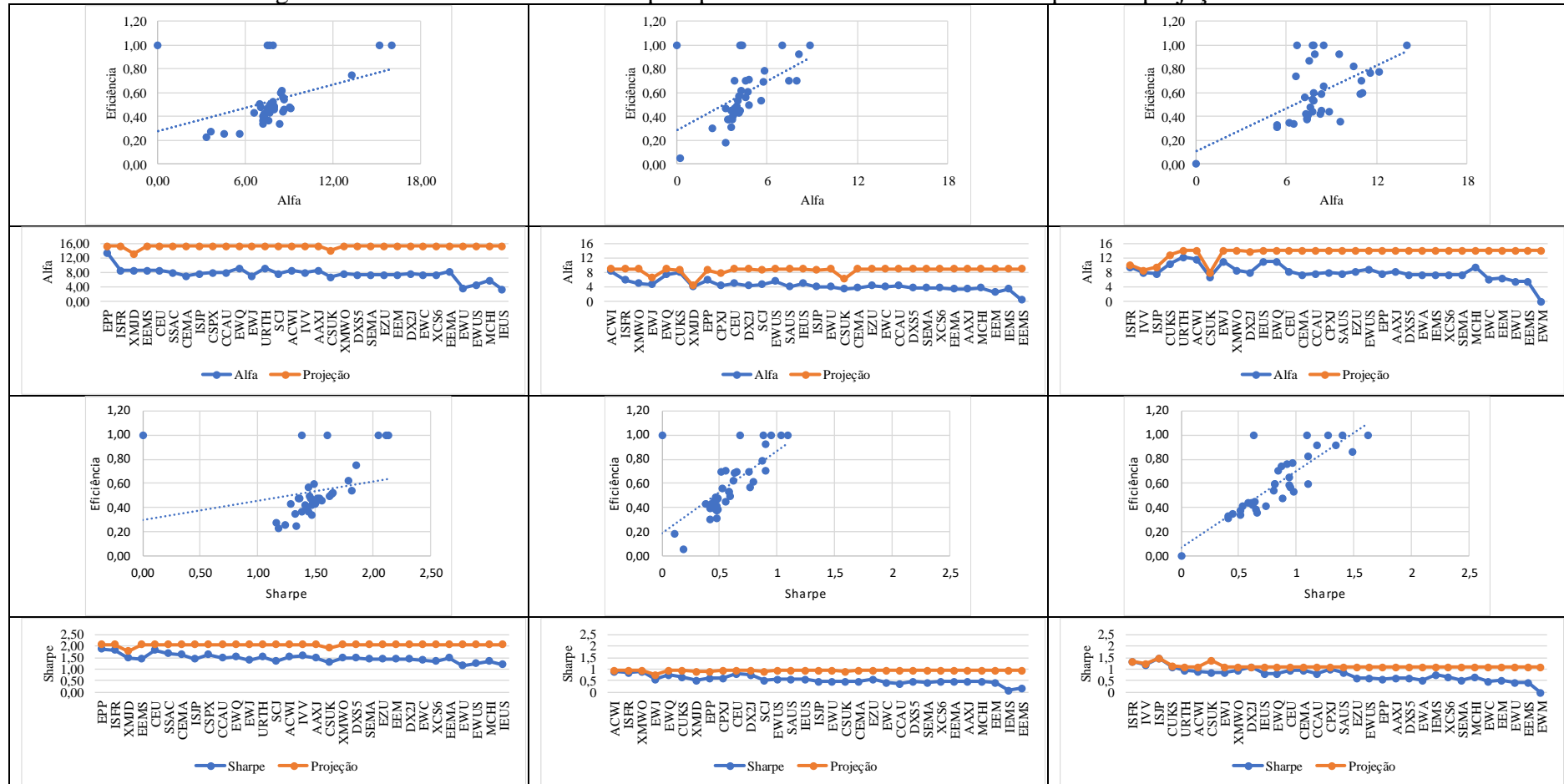
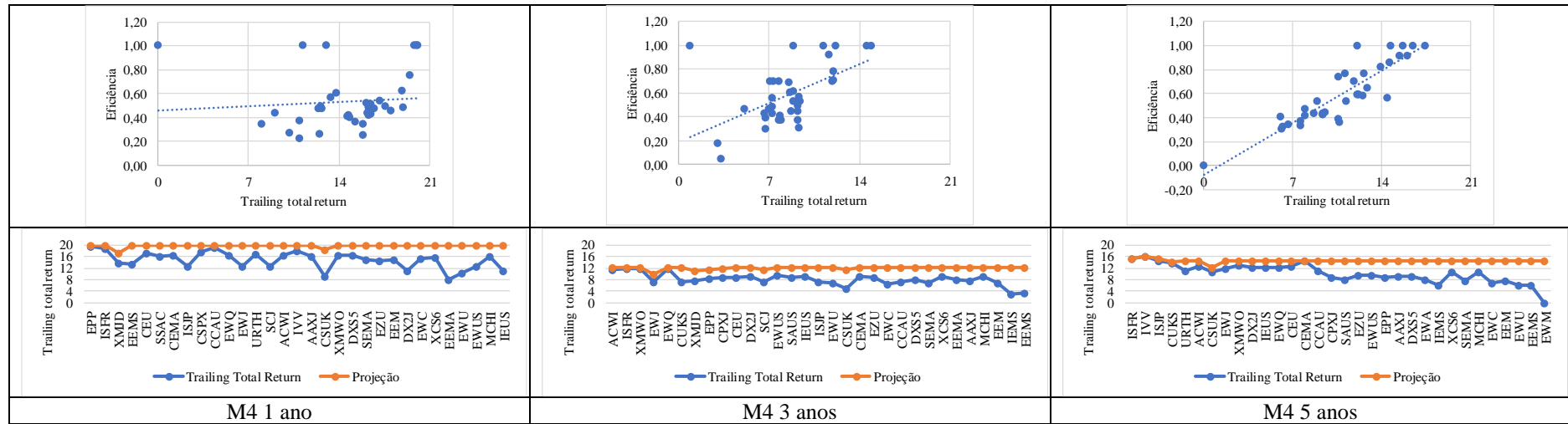


Figura 8: Níveis de eficiência vs. outputs para os diferentes horizontes temporais e projeções do M4





Portanto, da análise dos diferentes modelos, pode-se constatar que, para um ano, a influência dos *inputs* sobre a medida de eficiência obtida excede muito a dos *outputs*. Para o período de três anos, verificamos uma situação mais equilibrada, com os *inputs* a exercerem uma influência ligeiramente maior que a dos *outputs* nos modelos M1 e M2, com exceção do índice de Sharpe no M1, e os *outputs* a exercerem uma maior influência nos modelos M3 e M4, com exceção do Alfa de Jensen no M4. Para o período de cinco anos, a influência dos *outputs* sobre a medida de eficiência obtida é muito maior que a dos *inputs*, com exceção do Alfa de Jensen cuja influência é inferior à do desvio padrão. Por outras palavras, a eficiência no curto prazo está mais dependente dos fatores de risco, verificando-se que à medida que o horizonte temporal aumenta, a eficiência dos fundos torna-se cada vez mais dependente dos fatores de rendibilidade – ver Tabela A.6 em apêndice.

5.2 Resultados por região

Para além do estudo efetuado para os diferentes modelos respeitantes aos períodos considerados, foi ainda realizado um estudo empírico análogo por região, tendo a amostra sido dividida em ETFs dos EUA (19) e europeus (18).

Os resultados assim obtidos corroboram as conclusões estabelecidas anteriormente, no que se refere aos ETFs domiciliados nos EUA. No entanto, constatou-se que os modelos dedicados a apenas ETFs regionais permitiram obter melhores resultados para os ETFs europeus, que passaram a ser vistos como *benchmark* pelo menos uma vez.

A Tabela 5.5 apresenta um resumo dos ETFs por regiões, com os que se destacaram a negrito. As Tabelas 5.6 e 5.7 apresentam a estatística descritiva dos ETFs eficientes e ineficientes de cada região (EUA e Europa, respetivamente) para os períodos de um, três e cinco anos para o M1 (ver Tabelas A.7 a A.12, em apêndice, para os restantes modelos).

Independentemente do período considerado, os ETFs ineficientes europeus apresentaram sempre menor magnitude de ineficiência média em comparação com os

ETFs domiciliados nos EUA. Por seu lado, os ETFs eficientes dos EUA apresentaram em média menor risco, enquanto que os ETFs eficientes europeus apresentaram, em média, maior desempenho.

Tabela 5.5- Quadro resumo das DMUs eficientes global e por região

Modelos	Período	Input	Output	DMUs eficientes global	DMUs eficientes EUA	DMUs eficientes EUR
M1	1 ano	Beta desvio padrão	Alfa de Jensen índice de Sharpe	EWA, EWM, CPXJ, CUKS e IEMS	EWA e EWM	CPXJ, CUKS, IEMS e ISFR
	3 anos			IVV, URTH, EWA, EWM, CSPX e SSAC	IVV, URTH, EWA, EWM e EWJ	CSPX, CUKS e ISFR
	5 anos			SCJ, CSPX e SSAC	SCJ e IVV	CSPX, SSAC, CUKS e ISFR
M2	1 ano	Beta desvio padrão	Alfa de Jensen trailing total return	EWA, EWM, CPXJ, CUKS e IEMS	EWA e EWM	CPXJ, CUKS, SAUS, ISFR e IEMS
	3 anos			IVV, URTH, EWA, EWM, CSPX e SSAC	IVV, URTH, EWA, EWM e EWJ	CSPX, SSAC, CUKS e ISFR
	5 anos			EEMA, SCJ, CSPX, SSAC e XMJD	EEMA, SCJ e IVV	CSPX, SSAC, CUKS, ISFR e XMJD
M3	1 ano	Beta desvio padrão	Índice de Sharpe, trailing total return	EWA, EWM, CPXJ, CUKS e IEMS	EWA e EWM	CPXJ, IEMS, SAUS e ISFR
	3 anos			IVV, URTH, EWA, EWM, CSPX e SSAC	IVV, URTH, EWA, EWM e EWJ	CSPX, SSAC, CUKS e ISFR
	5 anos			EEMA, SCJ, CSPX, SSAC e XMJD	EEMA, SCJ e IVV	CSPX, SSAC, XMJD e ISFR
M4	1 ano	Beta Desvio padrão	Alfa de Jensen índice de Sharpe Trailing total return	EWA, EWM, CPXJ,	EWA e EWM	CPXJ, SAUS, IEMS, CUKS e ISFR
	3 anos			IVV, URTH, EWA, EWM, CSPX e SSAC	IVV, URTH, EWA, EWM e EWJ	CSPX, SSAC, CUKS e ISFR
	5 anos			EEMA, SCJ, CSPX, SSAC e XMJD	EEMA, SCJ e IVV	CSPX, SSAC, XMJD, ISFR e CUKS

Tabela 5.6- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes (EUA, M1)

Modelo DEA 1 EUA	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo
<i>DMU eficientes</i>												
Beta	0,46	0,30	0,24	0,67	0,81	0,15	0,62	1,00	0,87	0,18	0,74	1,00
Desvio padrão	9,02	2,76	7,07	10,97	11,36	0,58	10,70	12,07	11,73	0,28	11,53	11,92
Alfa	7,61	10,76	0,01	15,22	4,94	3,32	0,00	8,81	10,94	4,31	7,89	13,99
Sharpe	1,03	1,45	0,00	2,05	0,65	0,42	0,00	1,09	1,14	0,06	1,09	1,18
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
<i>DMU ineficientes</i>												
Beta	1,05	0,18	0,76	1,52	1,06	0,16	0,86	1,45	1,00	0,14	0,76	1,39
Desvio padrão	15,89	2,57	12,48	23,04	13,76	2,06	11,28	19,44	14,66	2,14	11,65	21,12
Alfa	7,48	2,35	3,31	13,30	4,36	1,99	0,19	8,12	8,16	2,99	0,01	12,13
Sharpe	1,43	0,16	1,16	1,85	0,54	0,16	0,19	0,90	0,61	0,23	0,00	0,97
Eficiência	0,39	0,13	0,19	0,73	0,45	0,21	0,04	0,92	0,45	0,19	0,00	0,81

Tabela 5.7- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes (EUR, M1)

Modelo DEA 1 EUR	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo
<i>DMU eficientes</i>												
Beta	1,04	0,15	0,93	1,25	0,98	0,02	0,95	1,00	0,99	0,02	0,96	1,00
Desvio padrão	11,12	1,62	9,42	13,17	11,05	0,80	9,92	11,76	11,24	0,61	10,43	11,91
Alfa	9,99	4,05	7,50	16,03	5,57	1,77	4,20	7,96	8,86	1,31	7,72	10,43
Sharpe	1,73	0,32	1,38	2,13	0,86	0,16	0,65	1,04	1,37	0,21	1,10	1,62
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
<i>DMU ineficientes</i>												
Beta	1,01	0,03	0,98	1,06	1,01	0,02	0,98	1,04	1,01	0,01	0,99	1,05
Desvio padrão	14,40	3,54	10,44	23,57	12,56	2,44	9,94	19,66	13,88	2,60	10,47	21,24
Alfa	7,64	0,54	6,59	8,68	3,93	0,47	3,21	4,76	7,51	0,51	6,61	8,45
Sharpe	1,55	0,22	1,29	2,12	0,53	0,20	0,11	0,90	0,91	0,26	0,51	1,49
Eficiência	0,73	0,12	0,52	0,98	0,58	0,17	0,19	0,89	0,64	0,14	0,40	0,92

Para o período de um ano, nos EUA, os indicadores de risco (os *inputs*) apresentaram influência significativa sobre a eficiência nos quatro modelos. Acresce ainda que estes resultados sugerem que a eficiência está mais dependente dos fatores de risco no curto prazo. Do lado da Europa, os resultados obtidos indicam uma situação de maior equilíbrio relativamente aos fatores que influenciam a eficiência deste tipo de fundos.

Por sua vez, para o período de três anos, na amostra dos EUA, os resultados são similares aos que foram obtidos no período anterior. Em relação à Europa, os *inputs* tiveram uma influência pouco significativa na eficiência, enquanto que os *outputs* exerceram influência sobre a eficiência.

Por último, para o período de cinco anos, nos EUA, os indicadores de risco exerceram um impacto residual na eficiência, ao passo que os *outputs* tiveram influência efetiva na eficiência. Na Europa, o desvio padrão e o índice de Sharpe foram os responsáveis pela eficiência destes fundos. Estes resultados evidenciaram que os ETFs dos EUA seguem a tendência verificada na amostra global, isto é, denotam maior dependência da eficiência em relação ao risco no curto prazo e maior dependência da rendibilidade à medida que o horizonte temporal se dilata. Esta tendência não foi confirmada para os ETFs europeus (ver Tabela A.13 em apêndice).

CONCLUSÃO

Os ETFs são o futuro da indústria de fundos e inúmeras são as características que contribuem para o seu grande potencial atrativo – transparência, facilidade de acesso, eficiência fiscal, baixo custo, entre outras. Tradicionalmente, o seu desempenho é avaliado por indicadores de rentabilidade ajustados ao risco, nomeadamente o índice de Sharpe e o Alfa de Jensen. Contudo, estas medidas apresentam limitações, já que não incorporam alguns dos fatores vistos como essenciais para a avaliação de desempenho de carteiras de ativos – o Alfa de Jensen é sensível à escolha do *benchmark* e ao *market timing* e o índice de Sharpe não considera os custos de transação. Por outro lado, a consideração isolada destes indicadores não permite ao investidor ter em conta os múltiplos fatores subjacentes ao processo de tomada de decisão. Como forma de ultrapassar esta questão, neste estudo, foi usada uma técnica não paramétrica que considera múltiplos fatores de avaliação, denominada DEA. Concretamente, foi usada a metodologia *Slack-Based Measure* (SBM).

Tradicionalmente, a literatura sobre ETFs, refere fundamentalmente o desempenho do ETF em comparação com o seu índice de referência, ou em comparação com o desempenho de outros tipos de fundos – principalmente, fundos mútuos. Nesta dissertação, procurou-se alguma originalidade e recorreu-se à metodologia DEA para avaliar a eficiência de ETFs domiciliados nos EUA e na Europa (Irlanda e Luxemburgo). Foram selecionados, aos pares, ETFs que seguem o mesmo índice de referência, estando um elemento do par domiciliado nos EUA e o outro na Europa.

A amostra contou com 38 ETFs (19 nos EUA, 14 na Irlanda e 5 no Luxemburgo), o período de estudo foi de 2014 a 2018 e os dados são relativos a um ano (2018), três anos (2018-2016) e cinco anos (2018-2014), respetivamente. Foram criados quatro modelos cujos *inputs* são o beta e o desvio padrão e os *outputs* o índice de Sharpe, o Alfa de Jensen e o *trailing total return*. Primeiro, foram estimados os modelos para a amostra completa, seguidamente a amostra foi separada por regiões.

Os ETFs eficientes domiciliadas nos EUA destacaram-se mais do que os ETFs eficientes domiciliados na Europa, uma vez que serviram mais vezes de *benchmark*.

Quanto aos ETFs ineficientes, os domiciliados na Europa apresentaram, em geral, menor variabilidade em termos de ineficiência do que os domiciliados nos EUA.

Em geral, para o período de um ano, a eficiência dependeu mais de fatores de risco do que de rendibilidade, e à medida que o horizonte temporal se dilatava, a eficiência passava a depender mais dos fatores de rendibilidade. Esta tendência também foi verificada na amostra de ETFs domiciliados nos EUA, mas na Europa não foi possível corroborar.

Os resultados mostraram ainda que os níveis de eficiência estão dependentes dos fatores de desempenho ajustados ao risco, considerados *a-priori* no processo de decisão, sendo útil para refletir as preferências dos investidores/gestores.

À semelhança de outros artigos, foi possível constatar que a metodologia DEA complementa as medidas de desempenho tradicionais, fornecendo uma perspectiva mais abrangente do desempenho de ETFs aos investidores, uma vez que permite ponderar vários fatores de avaliação do desempenho ajustado ao risco em simultâneo.

Como estudo futuro, seria interessante analisar a eficiência dos ETFs de diferentes regiões e perceber se o local de domicílio tem algum impacto na eficiência, utilizando, por exemplo, modelos de *portfolio*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acharya, S. R., Dwivedi, A. K., & Panchal, B. D. (2015). Application of data envelopment analysis on Indian gold ETFs. *International Journal of Business Continuity and Risk Management*, 6(2), 147. <https://doi.org/10.1504/ijbcrm.2015.075779>
- Admati, A. R., & Ross, S. A. (1985). Measuring Investment Performance in a Rational Expectations Equilibrium Model *. *The Journal of Business*, 53(1), 1–26.
- Basso, A., & Funari, S. (2001). A data envelopment analysis approach to measure the mutual fund performance. *European Journal of Operational Research*, 135(3), 477–492. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00311-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00311-8)

- Basso, A., & Funari, S. (2014). Constant and variable returns to scale DEA models for socially responsible investment funds. *European Journal of Operational Research*, 235(3), 775–783. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.11.024>
- Basso, A., & Funari, S. (2016). DEA performance assessment of mutual funds. In *International Series in Operations Research and Management Science* (Vol. 238). https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7684-0_8
- Blitz, D., Huij, J., & Swinkels, L. (2012). The Performance of European Index Funds and Exchange-Traded Funds. *European Financial Management*, 18(4), 649–662. <https://doi.org/10.1111/j.1468-036X.2010.00550.x>
- Buetow, G. W., & Henderson, B. J. (2012). 12 AN EMPIRICAL ANALYSIS OF EXCHANGE-TRADED FUNDS An Empirical Analysis of Exchange-Traded Funds. *The Journal of Portfolio Management*, 38(4), 112–127. www.ijjournals.com
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Choi, H. S., & Min, D. (2017). Efficiency of well-diversified portfolios: Evidence from data envelopment analysis. *Omega (United Kingdom)*, 73, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.12.008>
- Choi, Y. K. (1995). The sensitivity in tests of the efficiency of a portfolio and portfolio performance measurement. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 35(2), 187–206. [https://doi.org/10.1016/1062-9769\(95\)90022-5](https://doi.org/10.1016/1062-9769(95)90022-5)
- Chu, J., Chen, F., & Leung, P. (2010). ETF performance measurement - Data envelopment analysis. *2010 7th International Conference on Service Systems and Service Management, Proceedings of ICSSSM' 10*, 173–178. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2010.5530245>
- Deville, L. (2008). *Handbook of Financial Engineering*. 67–98. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-76682-9>
- Duarte Neves, M. E., Fernandes, C. M., & Martins, P. C. (2019). Are ETFs good vehicles

- for diversification? New evidence for critical investment periods. *Borsa Istanbul Review*, 19(2), 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2019.01.002>
- Dybvig, P. H., & Ross, S. A. (1985). Differential Information and Performance Measurement Using a Security Market Line. *The Journal of Finance*, 40(2), 383–399. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1985.tb04963.x>
- Galagedera, D. U. A., & Silvapulle, P. (2002). Australian mutual fund performance appraisal using data envelopment analysis. *Managerial Finance*, 28(9), 60–73. <https://doi.org/10.1108/03074350210768077>
- Gallagher, D. R., & Segara, R. (2006). The performance and trading characteristics of exchange-traded funds. *Journal of Investment Strategy*, 1(2), 49–60.
- Gastineau, G. L. (2001). Exchange-Traded Funds. *The Journal of Portfolio Management*, 27(3), 88–96. <https://doi.org/10.3905/jpm.2001.319804>
- Gregoriou, G. N. (2006). Optimisation of the largest US mutual funds using data envelopment analysis. *Journal of Asset Management*, 6(6), 445–455. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jam.2240194>
- Grossman, S. J., & Stiglitz, J. E. (1980). On the impossibility of informationally Efficient Markets. *The American Economic Review*, 70(3).
- Harper, J. T., Madura, J., & Schnusenberg, O. (2006). Performance comparison between exchange-traded funds and closed-end country funds. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 16(2), 104–122. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2004.12.006>
- Haslem, J. A., & Scheraga, C. A. (2003). Data Envelopment Analysis of Morningstar's Large-Cap Mutual fund. *The Journal of Investing*, 41–48.
- Haslem, J. A., & Scheraga, C. A. (2006). Data Envelopment Analysis of Morningstar's Small-Cap Mutual Funds. *The Journal of Investing*. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7684-0_8
- Henriques, C. O., & Neves, M. E. D. (2019). A multiobjective interval portfolio

- framework for supporting investor's preferences under different risk assumptions. *Journal of the Operational Research Society*, 70(10), 1639–1661. <https://doi.org/10.1080/01605682.2019.1571004>
- Hill, J. M., Nadig, D., & Hougan, M. (2015). A Comprehensive Guide to Exchange-Traded Funds (ETFs). In *A Comprehensive Guide to Exchange-Traded Funds (ETFs)*. <https://doi.org/10.2470/rf.v2015.n3.1>
- Ippolito, R. A. (1989). *Efficiency With Costly Information: A Study of Mutual Fund Performance*. 104(1), 1–23.
- Isacov, V. (2019). *LUT University LUT School of Business and Management Master's Degree Program in Business Administration Strategic Finance and Business Analytics*.
- Jensen, M. C. (1968). THE PERFORMANCE OF MUTUAL FUNDS IN THE PERIOD 1945-1964. *The Journal of Finance*, 23(2), 389–416.
- Kostovetsky, L. (2003). Index mutual funds and exchange-traded funds. *Journal of Portfolio Management*, 29(4), 80-92+7. <https://doi.org/10.3905/jpm.2003.319897>
- Lin, A., & Chou, A. (2006). The Tracking Error and Premium/Discount of Taiwan's First Exchange Traded Fund. *Web Journal of Chinese Management Review*, 9(3), 1–20. <http://cmr.ba.ouhk.edu>
- Mateus, C., & Kuo, T.-W. (2007). The performance and persistence of exchange-traded funds: evidence for iShares MSCI country-specific ETFs. *Financial Management*, 1–59. <http://gala.gre.ac.uk/2712/>
- Milonas, N. T., & Rompotis, G. G. (2006). Investigating European ETFs: the case of the Swiss exchange traded funds. *The Annual Conference of HFAA*. <https://www.researchgate.net/publication/228350796>
- Murthi, B. P. S., Choi, Y. K., & Desai, P. (1997). Efficiency of mutual funds and portfolio performance measurement: A non-parametric approach. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 408–418. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00356-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00356-6)

- Osterhoff, F., & Kaserer, C. (2016). Determinants of tracking error in German ETFs – the role of market liquidity. *Managerial Finance*, 42(5), 417–437. <https://doi.org/10.1108/MF-04-2015-0105>
- Poterba, J. M., & Shoven, J. B. (2002). Exchange-traded Funds: A New Investment Option for Taxable Investors. *American Economic Review*, 92(2), 422–427. <https://doi.org/10.1257/000282802320191732>
- Prasanna, P. K. (2012). Performance of exchange-traded funds in india. *International Journal of Business and Management*, 7(23), 122.
- Roll, R. (1978). *Tlu Journal of FINANCE*. XXXIII(4), 1051–1069.
- Rompotis, G. G. (2008). An empirical comparing investigation of exchange traded funds and index funds performance. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, 13, 7–17. <https://doi.org/10.2139/ssrn.903110>
- Rompotis, G. G. (2011). Predictable patterns in ETFs’ return and tracking error. *Studies in Economics and Finance*, 28(1), 14–35. <https://doi.org/10.1108/10867371111110534>
- Sharifzadeh, M., & Hojat, S. (2012). An analytical performance comparison of exchange-traded funds with index funds: 2002-2010. *Journal of Asset Management*, 13(3), 196–209. <https://doi.org/10.1057/jam.2012.3>
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual Fund Performance, Part 2: Supplement on Security Prices. *The Journal of Business, The University of Chicago*, 39(1), 119–138.
- Shin, S., & Soydemir, G. (2010). Exchange-traded funds, persistence in tracking errors and information dissemination. *Journal of Multinational Financial Management*, 20(4–5), 214–234. <https://doi.org/10.1016/j.mulfin.2010.07.005>
- Tone, K. (2001). Slacks-Based measure of efficiency. *European Journal of Operational Research*, 130, 498–509. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8_8
- Tone, K., Chang, T. S., & Wu, C. H. (2019). Handling negative data in slacks-based measure data envelopment analysis models. *European Journal of Operational*

- Research*, 282(3), 926–935. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.09.055>
- Tsolas, I. E. (2011). Natural Resources Exchange Traded Funds: Performance Appraisal using DEA Modeling. *Journal of CENTRUM Cathedra: The Business and Economics Research Journal*, 4(2), 250–259. <https://doi.org/10.7835/jcc-berj-2011-0062>
- Tsolas, I. E. (2019). Utility Exchange Traded Fund Performance Evaluation. A Comparative Approach Using Grey Relational Analysis and Data Envelopment Analysis Modelling. *International Journal of Financial Studies*, 7(4), 67.
- Tsolas, I. E., & Charles, V. (2015). Green exchange-traded fund performance appraisal using slacks-based DEA models. *Operational Research*, 15(1), 51–77. <https://doi.org/10.1007/s12351-015-0169-x>
- Wong, K. H. Y., & Shum, W. C. (2010). Exchange-traded funds in bullish and bearish markets. *Applied Economics Letters*, 17(16), 1615–1624. <https://doi.org/10.1080/13504850903085035>

APÊNDICE

Tabela A.1- Dados resultantes da transformação de dados originalmente negativos em positivos aplicando Tone, Chang e Whu (2019)

Outputs	Alfa de Jensen			Índice de Sharpe			Trailing Total Return (%)		
	1 ano	3 anos	5 anos	1 ano	3 anos	5 anos	1 ano	3 anos	5 anos
IVV	8,00	4,31	7,89	1,56	1,09	1,18	17,94	14,02	15,98
CSPX	7,98	4,27	7,84	1,62	1,04	1,62	17,57	13,65	15,62
EWU	3,64	3,80	5,41	1,16	0,49	0,41	10,13	6,08	6,22
CSUK	6,59	3,21	6,61	1,29	0,48	0,87	9,00	4,21	10,60
EWQ	9,06	7,44	10,93	1,52	0,76	0,81	16,27	11,03	12,10
ISFR	8,55	5,83	9,47	1,79	0,87	1,34	18,81	11,08	15,35
URTH	9,09	8,81	12,13	1,54	0,95	0,97	16,72	11,31	11,10
XMWO	7,69	4,76	8,45	1,50	0,90	0,94	16,40	11,10	12,86
EWJ	7,07	4,55	10,95	1,36	0,55	0,84	12,41	6,20	11,79
XMJD	8,40	3,85	6,73	1,49	0,51	1,28	13,73	6,90	16,43
EEMA	8,37	3,46	8,51	1,47	0,49	0,63	7,97	7,08	17,41
CEMA	7,01	3,59	7,24	1,64	0,46	0,95	16,44	8,37	14,43
MCHI	5,64	3,60	9,56	1,33	0,48	0,66	15,86	8,42	10,69
XCS6	7,23	3,67	7,33	1,32	0,47	0,65	15,84	8,34	10,61
EWG	7,25	3,84	6,15	1,38	0,43	0,45	15,18	5,76	6,67
CCAU	7,95	4,12	7,71	1,46	0,38	0,80	18,93	6,36	11,15
EEM	7,33	2,37	6,46	1,42	0,42	0,51	14,77	5,89	7,59
SEMA	7,30	3,70	7,35	1,41	0,42	0,51	14,71	5,84	7,59
EZU	7,20	4,22	8,36	1,42	0,55	0,64	14,59	7,84	9,54
CEU	8,68	4,74	8,30	1,82	0,79	0,94	17,08	7,73	12,50
EPP	13,30	5,71	7,76	1,85	0,63	0,58	19,43	7,65	8,66
CPXJ	7,88	4,23	7,80	2,13	0,62	0,98	19,75	7,98	8,95
EWA	15,22	6,99	7,37	2,05	0,68	0,53	19,94	7,96	7,94
SAUS	7,68	4,03	7,58	2,12	0,58	0,88	20,00	8,00	7,96
ACWI	8,70	8,12	11,54	1,52	0,90	0,92	16,33	10,78	12,56
SSAC	7,89	4,20	7,72	1,65	0,88	1,40	16,07	10,32	12,10
SCJ	7,51	4,53	13,99	1,35	0,52	1,09	12,64	6,36	14,65
ISJP	7,68	3,98	7,55	1,45	0,47	1,49	12,57	6,37	14,57
EWUS	4,58	5,56	8,81	1,24	0,58	0,61	12,49	8,51	9,35
CUKS	16,03	7,96	10,43	1,38	0,65	1,10	11,16	6,46	13,92

Outputs	Alfa de Jensen			Índice de Sharpe			Trailing Total Return (%)		
	1 ano	3 anos	5 anos	1 ano	3 anos	5 anos	1 ano	3 anos	5 anos
EWM	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
EEMS	8,59	0,19	5,40	1,44	0,19	0,41	13,30	2,42	6,12
IEMS	7,50	3,22	7,47	1,60	0,11	0,74	12,97	2,15	5,99
IEUS	3,31	4,75	11,09	1,18	0,59	0,81	10,92	8,34	12,19
DX2J	7,57	4,15	7,79	1,44	0,77	1,10	10,89	8,43	12,18
AAXJ	8,58	3,34	8,24	1,48	0,48	0,62	16,12	6,89	9,31
DXS5	7,28	3,71	7,26	1,47	0,48	0,62	16,24	7,00	9,31
Média	7,82	4,40	8,14	1,48	0,59	0,83	14,63	7,64	10,86
Mínimo	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Máximo	16,03	8,81	13,99	2,13	1,09	1,62	20,00	14,02	17,41

Tabela A.2- Níveis de eficiência obtidos com o Modelo DEA 1

DMU	1 ano	3 anos	5 anos	Nº de vezes como Benchmark 1 ano	Nº de vezes como Benchmark 3 anos	Nº de vezes como Benchmark 5 anos
IVV	0,41	1,00	0,66			
CSPX	0,44	1,00	1,00			5
EWU	0,24	0,44	0,32			
CSUK	0,45	0,50	0,69			
EWQ	0,45	0,66	0,58			
ISFR	0,56	0,73	0,85			
URTH	0,44	1,00	0,81		31	
XMWO	0,39	0,63	0,61			
EWJ	0,45	0,70	0,69			
XMJD	0,58	0,70	0,66			
EEMA	0,40	0,34	0,42			
CEMA	0,46	0,39	0,50			
MCHI	0,22	0,27	0,35			
XCS6	0,31	0,33	0,36			
EWG	0,33	0,41	0,34			
CCAU	0,42	0,39	0,51			
EEM	0,37	0,26	0,32			
SEMA	0,38	0,36	0,37			
EZU	0,37	0,41	0,43			

DMU	1 ano	3 anos	5 anos	Nº de vezes como Benchmark 1 ano	Nº de vezes como Benchmark 3 anos	Nº de vezes como Benchmark 5 anos
CEU	0,50	0,60	0,55			
EPP	0,73	0,67	0,43			
CPXJ	1,00	0,58	0,56	1		
EWA	1,00	1,00	0,40	32	3	
SAUS	0,91	0,48	0,51			
ACWI	0,43	0,92	0,76			
SSAC	0,48	1,00	1,00		6	2
SCJ	0,45	0,54	1,00			34
ISJP	0,48	0,46	0,85			
EWUS	0,23	0,50	0,43			
CUKS	1,00	0,77	0,79			
EWM	1,00	1,00	0,00	2		
EEMS	0,55	0,04	0,30			
IEMS	1,00	0,16	0,47			
IEUS	0,19	0,46	0,58			
DX2J	0,38	0,53	0,57			
AAXJ	0,41	0,33	0,41			
DXS5	0,38	0,38	0,40			

Tabela A.3- Níveis de eficiência obtidos com o Modelo DEA 2

DMU	1 ano	3 anos	5 anos	Nº de vezes como Benchmark 1 ano	Nº de vezes como Benchmark 3 anos	Nº de vezes como Benchmark 5 anos
IVV	0,44	1,00	0,90			
CSPX	0,46	1,00	1,00			
EWU	0,23	0,46	0,34			
CSUK	0,39	0,45	0,83			
EWQ	0,47	0,73	0,61			
ISFR	0,58	0,75	0,84			
URTH	0,46	1,00	0,75		31	
XMWO	0,41	0,64	0,61			
EWJ	0,44	0,70	0,71			
XMJD	0,57	0,78	1,00			2

DMU	1 ano	3 anos	5 anos	Nº de vezes como Benchmark 1 ano	Nº de vezes como Benchmark 3 anos	Nº de vezes como Benchmark 5 anos
EEMA	0,30	0,37	1,00			2
CEMA	0,47	0,47	0,52			
MCHI	0,23	0,32	0,38			
XCS6	0,33	0,39	0,39			
EWC	0,35	0,44	0,36			
CCAU	0,47	0,48	0,52			
EEM	0,38	0,28	0,34			
SEMA	0,40	0,40	0,39			
EZU	0,38	0,45	0,46			
CEU	0,50	0,56	0,55			
EPP	0,76	0,69	0,45			
CPXJ	1,00	0,61	0,47	1		
EWA	1,00	1,00	0,43	32	3	
SAUS	1,00	0,52	0,42			
ACWI	0,45	0,92	0,76			
SSAC	0,48	1,00	1,00		6	2
SCJ	0,45	0,56	1,00			32
ISJP	0,46	0,50	0,60			
EWUS	0,23	0,56	0,46			
CUKS	1,00	0,71	0,80			
EWM	1,00	1,00	0,00	3		
EEMS	0,54	0,04	0,31			
IEMS	0,83	0,27	0,36			
IEUS	0,19	0,50	0,61			
DX2J	0,34	0,52	0,53			
AAXJ	0,43	0,36	0,44			
DXS5	0,40	0,42	0,42			

Tabela A.4- Níveis de eficiência obtidos com o Modelo DEA 3

DMU	1 ano	3 anos	5 anos	Nº de vezes como Benchmark 1 ano	Nº de vezes como Benchmark 3 anos	Nº de vezes como Benchmark 5 anos
IVV	0,54	1,00	0,88		18	
CSPX	0,59	1,00	1,00		14	32
EWU	0,38	0,50	0,30			
CSUK	0,46	0,44	0,70			
EWQ	0,53	0,66	0,53			
ISFR	0,75	0,86	0,90			
URTH	0,52	1,00	0,72		10	
XMWO	0,51	0,83	0,66			
EWJ	0,53	0,70	0,66			
XMJD	0,65	0,63	1,00			1
EEMA	0,33	0,41	1,00			
CEMA	0,64	0,49	0,63			
MCHI	0,33	0,34	0,32			
XCS6	0,40	0,41	0,38			
EWG	0,42	0,45	0,32			
CCAU	0,57	0,41	0,54			
EEM	0,47	0,36	0,31			
SEMA	0,48	0,38	0,33			
EZU	0,47	0,47	0,40			
CEU	0,63	0,64	0,60			
EPP	0,77	0,70	0,39			
CPXJ	1,00	0,64	0,54			
EWA	1,00	1,00	0,38	32	3	
SAUS	1,00	0,57	0,47			
ACWI	0,52	0,91	0,72			
SSAC	0,62	1,00	1,00		6	1
SCJ	0,52	0,58	1,00			10
ISJP	0,55	0,49	0,90			
EWUS	0,35	0,51	0,39			
CUKS	0,42	0,60	0,77			
EWM	1,00	1,00	0,00	2		
EEMS	0,60	0,19	0,28			
IEMS	1,00	0,14	0,38			
IEUS	0,35	0,50	0,53			

DMU	1 ano	3 anos	5 anos	Nº de vezes como Benchmark 1 ano	Nº de vezes como Benchmark 3 anos	Nº de vezes como Benchmark 5 anos
DX2J	0,40	0,64	0,66			
AAXJ	0,49	0,40	0,38			
DXS5	0,50	0,43	0,66			

Tabela A.5 – Níveis de eficiência obtidos com o Modelo DEA 4

DMU	1 ano	3 anos	5 anos	Nº de vezes como Benchmark 1 ano	Nº de vezes como Benchmark 3 anos	Nº de vezes como Benchmark 5 anos
IVV	0,46	1,00	0,92			
CSPX	0,49	1,00	1,00			3
EWU	0,27	0,47	0,33			
CSUK	0,43	0,47	0,74			
EWQ	0,48	0,70	0,59			
ISFR	0,62	0,78	0,92			
URTH	0,47	1,00	0,77		31	
XMWO	0,43	0,71	0,65			
EWJ	0,47	0,70	0,70			
XMJD	0,60	0,70	1,00			2
EEMA	0,34	0,38	1,00			
CEMA	0,51	0,45	0,56			
MCHI	0,25	0,31	0,36			
XCS6	0,34	0,38	0,39			
EWC	0,36	0,43	0,35			
CCAU	0,48	0,43	0,54			
EEM	0,40	0,30	0,33			
SEMA	0,42	0,39	0,37			
EZU	0,41	0,45	0,45			
CEU	0,54	0,61	0,58			
EPP	0,75	0,69	0,44			
CPXJ	1,00	0,62	0,53			
EWA	1,00	1,00	0,41	31	3	
SAUS	1,00	0,53	0,47			
ACWI	0,46	0,92	0,76			
SSAC	0,52	1,00	1,00		6	2

DMU	1 ano	3 anos	5 anos	Nº de vezes como Benchmark 1 ano	Nº de vezes como Benchmark 3 anos	Nº de vezes como Benchmark 5 anos
SCJ	0,47	0,56	1,00			32
ISJP	0,49	0,49	0,86			
EWUS	0,26	0,53	0,44			
CUKS	1,00	0,70	0,82			
EWM	1,00	1,00	0,00	2		
EEMS	0,56	0,05	0,31			
IEMS	1,00	0,18	0,41			
IEUS	0,23	0,50	0,59			
DX2J	0,37	0,57	0,60			
AAXJ	0,44	0,37	0,43			
DXS5	0,42	0,42	0,42			

Tabela A.6- Correlação da medida de eficiência com os *inputs* e *outputs* dos modelos DEA

Correlação com a eficiência (M1)				
Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior
Beta	-0,52	-0,53	-0,19	3 anos
Desvio padrão	-0,74	-0,55	-0,70	1 ano
Alfa	0,40	0,50	0,64	5 anos
Sharpe	0,20	0,64	0,91	5 anos

Correlação com a eficiência (M2)				
Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior
Beta	-0,51	-0,52	-0,07	3 anos
Desvio padrão	-0,70	-0,53	-0,60	1 ano
Alfa	0,41	0,51	0,56	5 anos
TTR	0,11	0,51	0,86	5 anos

Correlação com a eficiência (M3)				
Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior
Beta	-0,64	-0,51	-0,09	1 ano
Desvio padrão	-0,75	-0,51	-0,61	1 ano
Sharpe	0,29	0,69	0,86	5 anos
TTR	0,22	0,56	0,89	5 anos

Correlação com a eficiência (M4)				
Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior
Beta	-0,51	-0,51	-0,08	1 ano
Desvio padrão	-0,73	-0,52	-0,63	1 ano
Alfa	0,39	0,50	0,55	5 anos
Sharpe	0,23	0,66	0,86	5 anos
TTR	0,09	0,54	0,89	5 anos

Tabela A.7- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 2 (EUA)

Modelo DEA 2 EUA	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo
<i>DMU eficientes</i>												
Beta	0,46	0,30	0,24	0,67	0,81	0,15	0,62	1,00	0,94	0,18	0,74	1,09
Desvio padrão	9,02	2,76	7,07	10,97	11,36	0,58	10,70	12,07	12,97	2,17	11,53	15,46
Alfa	7,61	10,76	0,01	15,22	4,94	3,32	0,00	8,81	10,13	3,36	7,89	13,99
TTR	9,97	14,10	0,00	19,94	8,75	5,35	0,85	14,87	16,01	1,38	14,65	17,41
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
<i>DMU ineficientes</i>												
Beta	1,05	0,18	0,76	1,52	1,06	0,16	0,86	1,45	0,99	0,14	0,76	1,39
Desvio padrão	15,89	2,57	12,48	23,04	13,76	2,06	11,28	19,44	14,61	2,20	11,65	21,12
Alfa	7,48	2,35	3,31	13,30	4,36	1,99	0,19	8,12	8,13	3,09	0,01	12,13
TTR	14,30	2,96	7,97	19,43	8,21	2,17	3,27	11,88	8,86	3,20	0,01	12,56
Eficiência	0,39	0,14	0,19	0,76	0,48	0,22	0,04	0,92	0,46	0,19	0,00	0,76

Tabela A.8- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 2 (EUR)

Modelo DEA 2 EUR	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo
<i>DMU eficientes</i>												
Beta	1,03	0,13	0,93	1,25	0,98	0,02	0,95	1,00	0,99	0,02	0,96	1,02
Desvio padrão	11,00	1,43	9,42	13,17	11,05	0,80	9,92	11,76	11,30	0,54	10,43	11,91
Alfa	9,53	3,66	7,50	16,03	5,57	1,77	4,20	7,96	8,44	1,49	6,73	10,43
TTR	16,54	4,16	11,16	20,00	11,23	2,98	7,31	14,50	14,68	1,71	12,10	16,43
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
<i>DMU ineficientes</i>												
Beta	1,01	0,03	0,98	1,06	1,01	0,02	0,98	1,04	1,00	0,01	0,99	1,05
Desvio padrão	14,70	3,49	10,44	23,57	12,56	2,44	9,94	19,66	14,06	2,61	10,47	21,24
Alfa	7,63	0,57	6,59	8,68	3,93	0,47	3,21	4,76	7,57	0,47	6,61	8,45
TTR	15,04	2,80	9,00	18,93	7,91	2,12	3,00	11,95	10,66	2,64	5,99	14,57
Eficiência	0,73	0,11	0,55	0,85	0,63	0,14	0,32	0,88	0,68	0,13	0,48	0,85

Tabela A.9- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 3 (EUA)

Modelo DEA 3 EUA	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo
<i>DMU eficientes</i>												
Beta	0,46	0,30	0,24	0,67	0,81	0,15	0,62	1,00	0,94	0,18	0,74	1,09
Desvio padrão	9,02	2,76	7,07	10,97	11,36	0,58	10,70	12,07	12,97	2,17	11,53	15,46
Sharpe	1,52	1,45	0,49	2,54	0,65	0,42	0,00	1,09	0,97	0,30	0,63	1,18
TTR	9,97	14,10	0,00	19,94	8,75	5,35	0,85	14,87	16,01	1,38	14,65	17,41
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
<i>DMU ineficientes</i>												
Beta	1,05	0,18	0,76	1,52	1,06	0,16	0,86	1,45	0,99	0,14	0,76	1,39
Desvio padrão	15,89	2,57	12,48	23,04	13,76	2,06	11,28	19,44	14,61	2,20	11,65	21,12
Sharpe	1,91	0,16	1,65	2,34	0,54	0,16	0,19	0,90	0,61	0,24	0,00	0,97
TTR	14,30	2,96	7,97	19,43	8,21	2,17	3,27	11,88	8,86	3,20	0,01	12,56
Eficiência	0,50	0,11	0,34	0,78	0,50	0,18	0,19	0,93	0,45	0,20	0,00	0,77

Tabela A.10- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 3 (EUR)

Modelo DEA 3 EUR	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio- pad.	Mínimo	Máximo
<i>DMU eficientes</i>												
Beta	0,97	0,03	0,93	1,00	0,98	0,02	0,95	1,00	0,99	0,03	0,96	1,02
Desvio padrão	10,45	0,86	9,42	11,53	11,05	0,80	9,92	11,76	11,29	0,63	10,43	11,91
Sharpe	2,40	0,26	2,09	2,62	0,86	0,16	0,65	1,04	1,41	0,15	1,28	1,62
TTR	17,89	3,31	12,97	20,00	11,23	2,98	7,31	14,50	14,87	1,91	12,10	16,43
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
<i>DMU ineficientes</i>												
Beta	1,03	0,07	0,98	1,25	1,01	0,02	0,98	1,04	1,00	0,01	0,99	1,05
Desvio padrão	14,59	3,38	10,44	23,57	12,56	2,44	9,94	19,66	13,86	2,61	10,47	21,24
Sharpe	1,99	0,14	1,78	2,31	0,53	0,20	0,11	0,90	0,90	0,24	0,51	1,49
TTR	14,76	2,89	9,00	18,93	7,91	2,12	3,00	11,95	10,90	2,68	5,99	14,57
Eficiência	0,65	0,11	0,49	0,79	0,51	0,16	0,14	0,83	0,57	0,17	0,33	0,90

Tabela A.11- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 4 (EUA)

Modelo DEA 4 EUA	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo
DMU eficientes												
Beta	0,46	0,30	0,24	0,67	0,81	0,15	0,62	1,00	0,94	0,18	0,74	1,09
Desvio padrão	9,02	2,76	7,07	10,97	11,36	0,58	10,70	12,07	12,97	2,17	11,53	15,46
Alfa	7,61	10,76	0,01	15,22	4,94	3,32	0,00	8,81	10,13	3,36	7,89	13,99
Sharpe	1,03	1,45	0,00	2,05	0,65	0,42	0,00	1,09	0,97	0,30	0,63	1,18
TTR	9,97	14,10	0,00	19,94	8,75	5,35	0,85	14,87	16,01	1,38	14,65	17,41
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
DMU ineficientes												
Beta	1,05	0,18	0,76	1,52	1,06	0,16	0,86	1,45	0,99	0,14	0,76	1,39
Desvio padrão	15,89	2,57	12,48	23,04	13,76	2,06	11,28	19,44	14,61	2,20	11,65	21,12
Alfa	7,48	2,35	3,31	13,30	4,36	1,99	0,19	8,12	8,13	3,09	0,01	12,13
Sharpe	1,43	0,16	1,16	1,85	0,54	0,16	0,19	0,90	0,61	0,24	0,00	0,97
TTR	14,30	2,96	7,97	19,43	8,21	2,17	3,27	11,88	8,86	3,20	0,01	12,56
Eficiência	0,42	0,13	0,23	0,75	0,48	0,21	0,05	0,92	0,45	0,20	0,00	0,77

Tabela A.12- Estatística descritiva das DMUs eficientes e ineficientes modelos 4 (EUR)

Modelo DEA 4 EUR	1 ano				3 anos				5 anos			
	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-pad.	Mínimo	Máximo
<i>DMU eficientes</i>												
Beta	1,03	0,13	0,93	1,25	0,98	0,02	0,95	1,00	0,99	0,02	0,96	1,02
Desvio padrão	11,00	1,43	9,42	13,17	11,05	0,80	9,92	11,76	11,30	0,54	10,43	11,91
Alfa	9,53	3,66	7,50	16,03	5,57	1,77	4,20	7,96	8,44	1,49	6,73	10,43
Sharpe	1,80	0,33	1,38	2,13	0,86	0,16	0,65	1,04	1,35	0,19	1,10	1,62
TTR	16,54	4,16	11,16	20,00	11,23	2,98	7,31	14,50	14,68	1,71	12,10	16,43
Eficiência	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
<i>DMU ineficientes</i>												
Beta	1,01	0,03	0,98	1,06	1,01	0,02	0,98	1,04	1,00	0,01	0,99	1,05
Desvio padrão	14,70	3,49	10,44	23,57	12,56	2,44	9,94	19,66	14,06	2,61	10,47	21,24
Alfa	7,63	0,57	6,59	8,68	3,93	0,47	3,21	4,76	7,57	0,47	6,61	8,45
Sharpe	1,51	0,14	1,29	1,82	0,53	0,20	0,11	0,90	0,88	0,25	0,51	1,49
TTR	15,04	2,80	9,00	18,93	7,91	2,12	3,00	11,95	10,66	2,64	5,99	14,57
Eficiência	0,70	0,10	0,54	0,84	0,59	0,17	0,20	0,90	0,63	0,15	0,41	0,92

Tabela A.13- Correlação da medida de eficiência com os inputs e outputs dos modelos DEA por região (EUA e EUR)

Correlação com a eficiência EUA (M1)					Correlação com a eficiência EUR (M1)				
Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior	Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior
Beta	-0,86	-0,66	-0,25	1 ano	Beta	0,02	-0,31	-0,25	3 anos
Desvio padrão	-0,82	-0,67	-0,62	1 ano	Desvio padrão	-0,77	-0,46	-0,77	5 anos
Alfa	0,34	0,50	0,80	5 anos	Alfa	0,45	0,69	0,53	3 anos
Sharpe	-0,09	0,48	0,97	5 anos	Sharpe	0,66	0,91	0,92	5anos

Correlação com a eficiência EUA (M2)					Correlação com a eficiência EUR (M2)				
Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior	Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior
Beta	-0,83	-0,63	-0,11	1 ano	Beta	-0,02	-0,40	-0,06	3 anos
Desvio padrão	-0,80	-0,64	-0,48	1 ano	Desvio padrão	-0,61	-0,45	-0,73	5 anos
Alfa	0,35	0,52	0,75	5 anos	Alfa	0,44	0,69	0,40	3 anos
TTR	-0,03	0,36	0,95	5 anos	TTR	0,47	0,77	0,86	5 anos

Correlação com a eficiência EUA (M3)					Correlação com a eficiência EUR (M3)				
Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior	Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior
Beta	-0,86	-0,67	-0,13	1 ano	Beta	-0,60	-0,36	-0,09	1 ano
Desvio padrão	-0,82	-0,69	-0,50	1 ano	Desvio padrão	-0,59	-0,40	-0,72	5 anos
Sharpe	-0,10	0,47	0,87	5 anos	Sharpe	0,83	0,89	0,94	5 anos
TTR	-0,03	0,31	0,94	5 anos	TTR	0,66	0,77	0,84	5 anos

Correlação com a eficiência EUA (M4)					Correlação com a eficiência EUR (M4)				
Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior	Input/output	1 ano	3 anos	5 anos	Maior
Beta	-0,85	-0,64	-0,13	1 ano	Beta	-0,01	-0,31	-0,12	3 anos
Desvio padrão	-0,82	-0,65	-0,50	1 ano	Desvio padrão	-0,67	-0,42	-0,75	5 anos
Alfa	0,34	0,51	0,74	5 anos	Alfa	0,45	0,69	0,42	3 anos
Sharpe	-0,08	0,49	0,87	5 anos	Sharpe	0,70	0,91	0,91	3 e 5 anos
TTR	-0,05	0,35	0,94	5 anos	TTR	0,39	0,78	0,84	5 anos